

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

MESTRADO EM: FINANÇAS

**AS ESPECIFICIDADES DOS FUTUROS DE
ELECTRICIDADE – APLICAÇÃO AO MERCADO
IBÉRICO**

JOÃO MANUEL JORGE ESTEVÃO

Orientação: Mestre João Augusto Cantiga Esteves

Júri:

Presidente: Professora Doutora Maria Teresa Medeiros Garcia

Vogais: Mestre João Paulo Tomé Calado

Mestre João Augusto Cantiga Esteves

Junho de 2011

Lista de acrónimos

AIC – Akaike Info Criterion

AR – Autoregressive

ARMA – Autoregressive Moving Average

CBOT – Chicago Board of Trade

CCAF – Código de Conduta dos Analistas Financeiros

CME – Chicago Mercantil Exchange

CMVM – Comissão do Mercado dos Valores Mobiliários

CNE – Comisión Nacional de Energia

CVM – Código dos Valores Mobiliários

EDP – Electricidade de Portugal

ENTSOE – European Network of Transmission System Operators for Electricity

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

EUREX – Europe`s Global Financial Marketplace

FAC – Função de Autocorrelação

FACP – Função de Autocorrelação Parcial

FIA – Futures Industry Association

GARCH – Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity

GWh – Gigawatts por hora

IGARCH – Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity

IID – Independente e Identicamente Distribuídos

MA – Moving Average

MIBEL – Mercado Ibérico de Electricidade

MWh – Megawatts por hora

NYSE – New York Stock Exchange

OMEL – Compañia Operadora del Mercado Español (pólo espanhol)

OMIP – Operador do Mercado Ibérico de Energia (pólo português)

OTC – Over the Counter

PJM – Pensilvania, New Jersey and Maryland

PME – Pequenas e Médias Empresas

REE – Rede Eléctrica Espanhola

REN – Rede Eléctrica Nacional

TWh – Terawatts por hora

Resumo

O MIBEL surge numa perspectiva de integração e cooperação dos sistemas eléctricos português e espanhol através do qual é possível negociar futuros sobre a electricidade num mercado organizado. A gestão dessa cooperação baseia-se no mecanismo de *market splitting* que consiste na separação dos mercados quando a oferta não consegue satisfazer as necessidades da procura, o que dá origem a “picos” de preços no mercado.

Este estudo pretende clarificar o modo de funcionamento do mercado dos derivados de electricidade e o comportamento dos preços dos futuros de electricidade. Para tal, analisou-se uma amostra dos preços dos futuros, com diferentes maturidades (diária, semanal e mensal), relativa ao período compreendido entre Julho de 2007 e Dezembro de 2010. Constatou-se que os futuros do MIBEL apresentam sazonalidade diária, e não sazonalidade nos contratos de maturidade semanal e mensal. Além disso, verificou-se a existência de “picos” de preços, o que se encontra relacionado com a presença de elevada volatilidade.

Palavras-chave: MIBEL, futuros sobre electricidade, *market splitting*, volatilidade, sazonalidade

Abstract

MIBEL appears in the perspective of integration and cooperation between Portuguese and Spanish electric markets and allows the negotiation of electricity futures in the organized market. The management of that cooperation is based in the market splitting mechanism, i.e. market separation when the supply cannot satisfy the demand, this origins “spikes” prices in the market.

This study aims to clarify how the electricity derivatives market works and the behavior of the electricity prices. To these purpose, we’ve analyzed a sample of futures electricity prices, of different maturities (daily, weekly and monthly), which reports to a period between July 2007 and December 2010. It was found that the futures of MIBEL have daily seasonality and non-seasonality in the weak and monthly contracts. Furthermore, it was verified the existence of “spikes” in the futures electricity prices, related to the presence of high volatility.

Keywords: MIBEL, electricity futures, market splitting, volatility, seasonality

Índice

Lista de acrónimos.....	2
Resumo	4
Abstract.....	5
Lista de gráficos.....	8
Lista de tabelas	10
Agradecimentos.....	12
I. Introdução.....	14
II. Revisão Literatura.....	16
1. Evolução do mercado de derivados	16
2. Classificação de derivados.....	20
2.1. Mercado organizado vs. Mercado de balcão	20
2.2. Tipos de derivados	22
3. Organização das bolsas de derivados	23
3.1. Principais características	24
3.2. Participantes do mercado	26
4. Utilidade dos futuros	27
5. Futuros sobre a electricidade	29
5.1. Descrição do MIBEL	34
5.2. Evolução do mercado de electricidade.....	41
5.3. Actividades expostas ao risco de electricidade	53
5.4. Vantagens e desvantagens dos futuros de electricidade.....	56
III. Evidência empírica	59
1. Metodologia.....	59
2. Caracterização da amostra.....	64

3. Análise e discussão de resultados	65
a. Base mensal	65
b. Base semanal.....	72
c. Preços <i>spot</i>	78
IV. Conclusões, limitações e sugestões para investigações futuras	98
1. Conclusões.....	98
2. Limitações	100
3. Sugestões para investigações futuras.....	100
Bibliografia.....	102
Sítios na internet	107
Anexos	108

Lista de gráficos

Gráfico 2-1: Número de contratos de futuros e opções negociados (2005-2010)	17
Gráfico 2-2: Volume de derivados por região geográfica (2008-2009)	19
Gráfico 2-3: Volume de derivados por região geográfica (1º semestre de 2010)	20
Gráfico 2-4: Classificação dos tipos de derivados	22
Gráfico 2-5: Mercado regulado vs mercado liberalizado	38
Gráfico 2-6: Evolução da procura de derivados sobre a energia, em milhões de contratos	42
Gráfico 2-7: Peso dos derivados de electricidade.....	42
Gráfico 2-8: Evolução da produção no MIBEL (2005-2009), em MWh	43
Gráfico 2-9: Consumo de electricidade na Europa no 1º semestre de 2010 (TWh).....	44
Gráfico 2-10: Evolução do consumo de electricidade no MIBEL (2005-2009), em MWh	45
Gráfico 2-11: Formas de produção de electricidade, em 2005 e 2008, na Península Ibérica, em TWh	46
Gráfico 2-12: Oferta e procura de electricidade no mercado ibérico (2005-2009), em MWh.....	46
Gráfico 2-13: Intercâmbio de energia na Europa em 2008, em GWh.....	48
Gráfico 2-14: Consumo de energia por grupo de consumidores em Espanha (2009).....	50
Gráfico 2-15: Consumo de energia por grupo de consumidores em Portugal (2009)....	51
Gráfico 2-16: Percentagem de horas em <i>market splitting</i> (2007-2010)	52
Gráfico 2-17: Peso dos custos da electricidade nas actividades	53

Gráfico 2-18: Consumo de electricidade por actividades, em MWh, em Portugal (2007)	54
Gráfico 2-19: Decomposição de contratos (<i>cascading</i>)	57
Gráfico 3-1: Histograma dos preços dos futuros mensais do MIBEL	66
Gráfico 3-2: Evolução dos preços médios dos futuros mensais (2007-2010)	67
Gráfico 3-3: Comportamento dos preços futuros mensais diferenciados [d(fut_m)] (1/7/2007 a 1/12/2010)	68
Gráfico 3-4: Correlograma da série de preços futuros mensais diferenciada do MIBEL [d(fut_m)]	69
Gráfico 3-5: Histograma dos preços dos futuros semanais do MIBEL	72
Gráfico 3-6: Comportamento dos preços futuros semanais diferenciados [d(fut_w)] (1/7/2007 a 31/12/2010)	73
Gráfico 3-7: Evolução dos preços diários dos futuros no mercado português e espanhol	79
Gráfico 3-8: Estatísticas descritivas dos preços <i>spot</i> do mercado espanhol	81
Gráfico 3-9: Comportamento dos preços <i>spot</i> diferenciado entre 1/7/2007 e 31/12/2010	81
Gráfico 3-10: Previsão para 20 dias da média e respectivos <i>standart error</i> e variâncias no mercado espanhol	87
Gráfico 3-11: Estatísticas descritivas dos preços <i>spot</i> do mercado português	88
Gráfico 3-12: Comportamento dos preços <i>spot</i> diferenciado entre 1/7/2007 e 31/12/2010	89
Gráfico 3-13: Previsão para 20 dias da média e respectivos <i>standart error</i> e variâncias no mercado português	96

Lista de tabelas

Tabela 2-1: Principais mercados em termos de volume de transacções (2009)	18
Tabela 2-2: Principais mercados em termos de volume de transacções (1º semestre 2010).....	18
Tabela 2-3: Exemplo de negociação de derivados no MIBEL	36
Tabela 3-1: Características padrão de cada modelo	61
Tabela 3-2: Qualidade da estimação de c dos contratos de futuros mensais	70
Tabela 3-3: Análise dos resíduos da série dos preços futuros mensais $[d(fut_m)]$	71
Tabela 3-4: Análise dos resíduos ao quadrado da série dos preços futuros mensais $[d(fut_m)]$	71
Tabela 3-5: Correlograma da série de preços futuros semanais do MIBEL $[d(fut_w)]$.	74
Tabela 3-6: Qualidade da estimação do modelo ARCH (1)	75
Tabela 3-7: Análise dos resíduos da série dos preços futuros semanais $[d(fut_w)]$	76
Tabela 3-8: Análise dos resíduos ao quadrado da série dos preços futuros semanais $[d(fut_w)]$	78
Tabela 3-9: Correlação entre preços <i>spot</i> dos mercados espanhol e português.....	79
Tabela 3-10: Correlograma da série de preços <i>spot</i> do mercado espanhol $[d(sp_base)]$	82
Tabela 3-11: Qualidade da estimação do modelo GARCH (1,1)	84
Tabela 3-12: Análise dos resíduos da série dos preços futuros <i>spot</i> $[d(sp_base)]$	85
Tabela 3-13: Análise dos resíduos ao quadrado da série dos preços futuros <i>spot</i> $[d(sp_base)]$	86
Tabela 3-14: Correlograma da série de preços <i>spot</i> do mercado português $[d(pt_base)]$ (1/7/2007 a 31/12/2010)	90

Tabela 3-15: Análise da volatilidade no mercado espanhol e português	91
Tabela 3-16: Qualidade da estimação do modelo GARCH (1,1)	92
Tabela 3-17: Análise dos resíduos da série dos preços futuros <i>spot</i> [d(pt_base)]	93
Tabela 3-18: Análise dos resíduos ao quadrado da série dos preços futuros <i>spot</i> [d(pt_base)]	94
Tabela 1: Artigo 289.º Código dos Valores Mobiliários	108
Tabela 2: Artigo 293º Código Valores Mobiliários.....	109
Tabela 3: Artigo 10.º do Código dos Analistas Financeiros.....	110
Tabela 4: Entidades que operam no MIBEL (2010).....	110
Tabela 5: Ficha técnica de contratos futuros MIBEL SPEL base físicos.....	112
Tabela 6: Evolução do número de contratos mensais e volumes transaccionados em mercado organizado.....	121
Tabela 7: Evolução do número de contratos mensais e volumes transaccionados em OTC	122
Tabela 8: Evolução do número de contratos semanais e volumes transaccionados.....	123

Agradecimentos

Ao longo deste trabalho houve momentos em que esta tarefa se avizinhava muito complicada e com a ajuda da minha família, amigos, colegas e professores do ISEG foi possível concluir esta tarefa, como tal quero aproveitar a oportunidade de mostrar a minha gratidão publicamente a essas pessoas.

Em primeiro lugar, ao meu orientador, professor João Cantiga Esteves pela sugestão do tema e por todo o apoio e ajuda dado ao longo deste período em que estive envolvido na realização deste trabalho.

Não quero desperdiçar a possibilidade de agradecer ao professor António Ascensão Costa por todo o tempo despendido comigo, em que esteve sempre disponível para me ajudar e tirar dúvidas de uma forma extraordinária. De um modo especial, ao professor Pedro Verga Matos pela amizade, pela paciência de ouvir as minhas lamentações e frustrações e pelas palavras de ânimo que foi transmitindo.

À Cláudia Duarte, Diana Enes, Pedro Quinta e à Rute Correia pela ajuda que me deram ao longo das diversas etapas deste trabalho pois sem eles não seria possível ter chegado aqui.

Aos colegas e amigos tanto da licenciatura como do mestrado de Finanças pela amizade e pelos incentivos que me foram dando. Aos meus professores que me deram a honra de aprender através deles, em especial ao professor António Samagaio pelas suas aulas que serviram de preparação para este desafio, bem como pela sua disponibilidade para ajudar.

Por último, mas os mais importantes, aos meus pais e aos meus irmãos pelo amor, paciência, coragem que me transmitiram e pelo apoio dado permitindo que pudesse concluir esta etapa da minha vida, em especial à minha mãe, pois ela, mais que ninguém, incentivou-me a que voltasse a estudar.

Muito Obrigado!

I. Introdução

Um dos últimos mercados a tornar-se padronizado e organizado foi o da energia eléctrica, em termos financeiros. Além dos mercados nacionais, existem mercados com perfil multinacional sendo o *Nord Pool* a principal referência a nível mundial. O Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL) surge em 2007 com o intuito de servir os interesses dos participantes de Portugal e Espanha, apresentando-se como um dos poucos mercados multinacionais.

Como tal, com este trabalho pretende-se analisar o mercado ibérico de futuros de electricidade, as suas especificidades e características - como a sazonalidade, a elevada volatilidade e a consequente existência de “picos” de preços – bem como aumentar a transparência e a compreensão sobre este mercado.

Ao longo dos tempos têm sido realizadas investigações sobre esta temática, maioritariamente sobre os mercados alemão e dos países escandinavos, mas cujos futuros analisados são somente de um tipo. O presente estudo diferencia-se dos restantes na medida em que analisa três tipos de contratos de futuros - mensais, semanais e *spot*.

A investigação baseia-se numa amostra dos preços *spot* e dos futuros (semanais e mensais) do MIBEL, respeitante ao período compreendido entre 1 Julho de 2007 e 31 de Dezembro de 2010. Para cada um dos diferentes tipos de contratos de futuros foram obtidos modelos distintos explicativos do comportamento dos preços destes derivados.

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: no Capítulo II procede-se ao levantamento dos conceitos associados aos derivados em geral, aos futuros de electricidade em particular, à evolução deste mercado quer numa perspectiva global

como regional (MIBEL); no Capítulo III é realizada a análise da amostra, definição e a estimação dos modelos explicativos da volatilidade; e por último, no Capítulo IV, são identificadas as conclusões que se podem retirar deste trabalho, as limitações e sugestões para investigações futuras sobre esta temática.

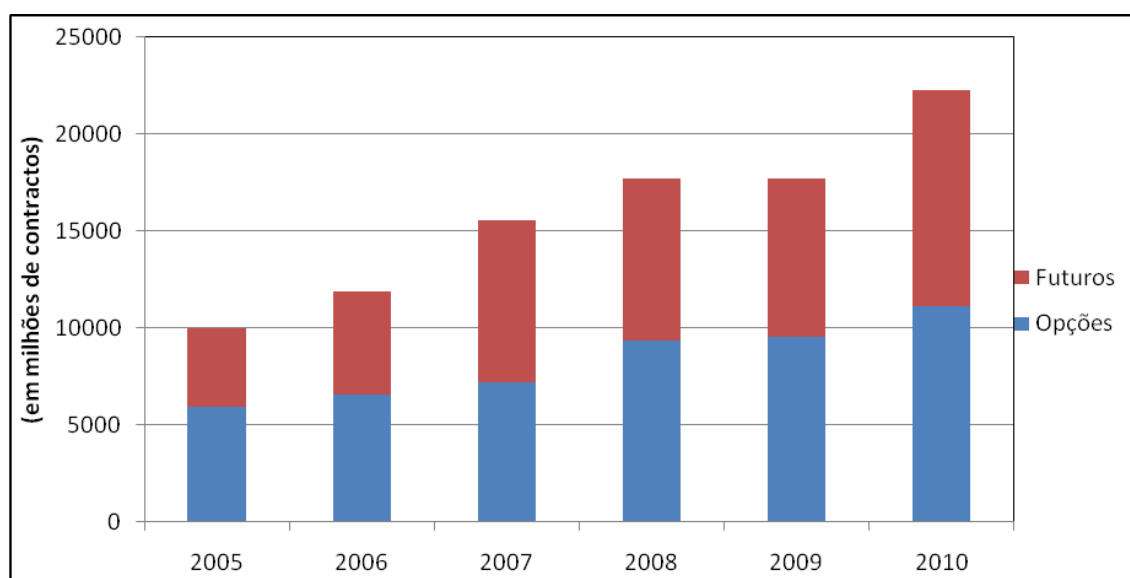
II. Revisão Literatura

1. Evolução do mercado de derivados

O mercado de derivados surgiu nos tempos medievais, onde era possível acordar a entrega de um determinado activo numa data futura com o preço previamente definido através de um acordo entre duas partes. Foram estes os primeiros passos que levaram à criação de um mercado de futuros.

Decorria o ano de 1833, quando os agricultores de Chicago, nos Estados Unidos da América, começaram a efectuar contratos de entrega de mercadorias em datas pré-definidas em consequência da falta de capacidade que estes tinham em armazenar todas as suas mercadorias. Nos primeiros anos assistiu-se a grandes variações nos preços e a um elevado incumprimento dos contratos, o que fez com que um grupo de agricultores e comerciantes de Chicago, em 1848, criassem uma bolsa de mercadorias, a *Chicago Board of Trade* (CBOT) (Hull, 2009). O principal objectivo deste mercado organizado de futuros era formalizar os contratos para entrega de mercadorias prorrogada no tempo e melhorar o funcionamento dos contratos à vista. Em 1865, foram criadas as primeiras medidas para proceder-se a uma standardização dos contratos. À medida que o mercado foi evoluindo, o papel da câmara de compensação foi crescendo e como consequência, o risco de incumprimento foi diminuindo (Azevedo, 2002), até que se passou para uma fase em que o único termo a ser negociado era o preço dos contratos. Finalmente, em 1923, o mercado de futuros chegou à Europa, através do Reino Unido (Peixoto, 1995).

O crescimento do mercado de futuros é evidente ainda nos nossos dias. Em 2009, segundo a *Futures Industry Association* (FIA), a nível mundial e nas 58 bolsas mais representativas, foram negociados mais de 17.700 milhões de contratos de futuros e opções, um número relativamente próximo do verificado no ano anterior (17.678.777.203 contratos). O ano de 2009 contrariou a tendência evidenciada entre 2005 e 2008, cujo crescimento médio anual era de 17%, registando um crescimento quase nulo (0,12%). É de salientar que os dados do ano 2010 indicam que, comparativamente ao período homólogo, assistiu-se a um crescimento de 25% dos contratos negociados (22.295.247.499 contratos)– Gráfico 2-1.



Fonte: elaboração própria com base em FIA

Gráfico 2-1: Número de contratos de futuros e opções negociados (2005-2010)

O crescimento verificado nos últimos anos é espektável devido à incerteza e instabilidade que a crise do *subprime* introduziu nos cenários macroeconómicos e nos mercados financeiros internacionais. A subida do preço da energia e das matérias-primas originou uma necessidade de estratégias de cobertura de risco (*hedging*). Por

outro lado, a elevada volatilidade destes mercados criou um contexto favorável à implementação de estratégias especulativas. Relativamente às bolsas de derivados com maior volume de transacções destacam-se, em 2009, a Korea Exchange com 3.102.891.777 transacções e a Eurex que ocupa a segunda posição com 2.647.406.849 transacções com a CME Group muito perto (Tabela 2-1).

Tabela 2-1: Principais mercados em termos de volume de transacções (2009)

Korea Exchange	3.102.891.777
Eurex (includes ISE)	2.647.406.849
CME Group (includes CBOT and Nymex)	2.589.551.487
NYSE Euronext (includes all EU and US markets)	1.729.965.293
Chicago Board Options Exchange (includes CFE)	1.135.920.178

Fonte: FIA (2009)

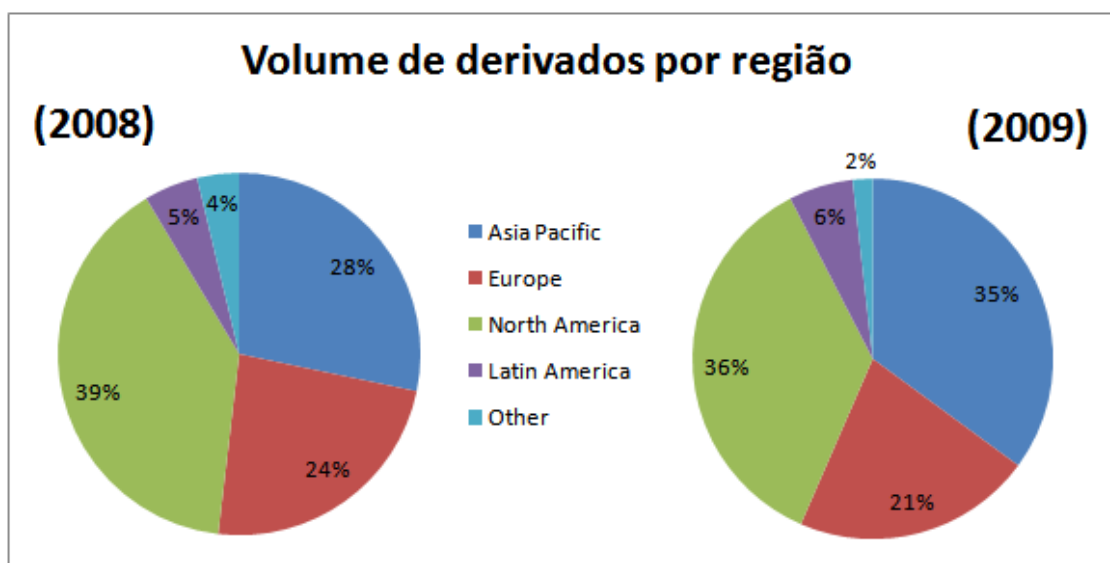
No ano de 2010, tendo como base as estatísticas disponíveis no *site* da FIA, existem algumas alterações no que respeita ao volume de transacções em virtude do crescimento do mercado oriental. Como tal, pode-se observar a entrada do mercado indiano na lista dos mercados com mais transacções, que tem vindo a crescer bastante nos últimos tempos (Tabela 2-2).

Tabela 2-2: Principais mercados em termos de volume de transacções (2010)

Korea Exchange	3.748.861.401
CME Group (includes CBOT and Nymex)	3.080.492.118
Eurex (includes ISE)	2.642.092.726
NYSE Euronext (includes all EU and US markets)	2.154.742.282
National Stock Exchange of India	1.615.788.910

Fonte: FIA (2010)

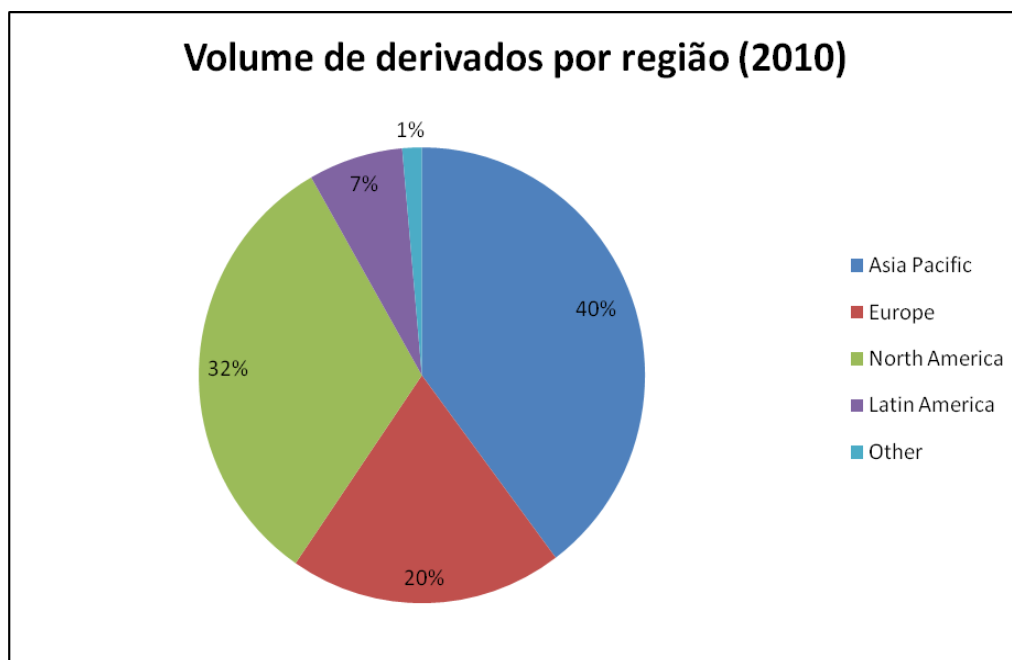
Actualmente, o mercado de derivados norte-americano continua a ser o mais desenvolvido, no entanto, o mercado da Ásia e Pacífico tem vindo a ganhar terreno nos últimos anos. No fim de 2009, cerca de 36% das transacções de derivados ocorre na América do Norte e 35% na Ásia e Pacífico. A expressão da Europa no mercado de derivados é de 21,5% comparativamente ao volume total de transacções de derivados (Gráfico 2-2).



Fonte: elaboração própria com base em FIA

Gráfico 2-2: Volume de derivados por região geográfica (2008-2009)

No entanto, os dados de 2010 (Gráfico 2-3) indicam que a Ásia e Pacífico passou a ser a região onde mais se negociam derivados, sendo de esperar que continue a crescer devido à sua abertura a este tipo de instrumentos financeiros como era previsto por Cao *et al.* (2004).



Fonte: elaboração própria com base em FIA (2010)

Gráfico 2-3: Volume de derivados por região geográfica (2010)

2. Classificação de derivados

Nos mercados financeiros existem duas formas de se apresentarem os derivados, à vista (*spot*) ou a prazo. Quando estamos perante situações em que negociamos a compra ou a venda no dia de hoje e entregamos ou recebemos o activo subjacente numa data posterior encontramos-nos perante o mercado a prazo. Por sua vez, quando existe uma transacção de um activo e nesse mesmo momento dá-se a entrega desse activo, logo estamos a actuar no mercado à vista.

2.1. Mercado organizado vs. Mercado de balcão

Os contratos de futuros são criados e negociados em dois mercados com características distintas: o mercado em bolsa (organizado) e o mercado de balcão (*over the-counter*) (Tavares, 2009).

No mercado em bolsa os contratos são padronizados, com características específicas (quase todas as características estão pré-estabelecidas à partida, só sendo possível negociar o preço dos contratos) e assim existe facilidade em negociar num mercado organizado. “A standardização dos contratos de electricidade reduz os custos de transacção e consequentemente aumenta a liquidez destes produtos financeiros, dando desta forma origem a uma melhor gestão do risco” (Deng e Oren, 2005:19). Esta facilidade de negociação deve-se ao elemento intermediário que está presente em todas as transacções, a câmara de compensação. Através da intermediação, esta entidade anula o risco de crédito nas bolsas de derivados, uma vez que assume a responsabilidade do cumprimento das obrigações das duas partes (Ferreira, 2006).

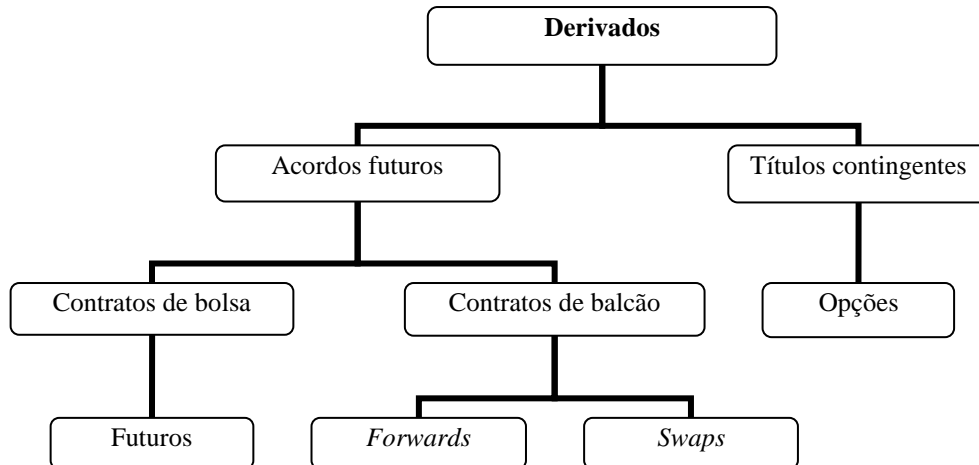
Nos mercados *over-the-counter* (OTC) as partes negociam directamente, acordando entre elas as características específicas de cada contrato (acordos bilaterais). Assim, o mercado em bolsa distingue-se por uma elevada liquidez, ou seja, a capacidade de encontrar rapidamente um comprador ou vendedor para um determinado activo a um preço próximo do seu valor justo (Pires, 2008). No mercado de balcão (OTC) assistimos à morosidade de negociação, pois terá de existir um acordo entre as partes das várias especificidades do contrato para que este se celebre. A vantagem deste mercado é que, não estando as características standardizadas, isto permite que o contrato seja feito de forma a ajustar-se o melhor possível às necessidades de ambas as partes (Pires, 2008 Azevedo, 2007). O investidor não está obrigado a comprar/vender o contrato como se apresenta pré-estabelecido em bolsa.

Esta possibilidade aponta-nos para outra grande diferença quando comparamos o mercado em bolsa com o mercado de balcão: a existência de risco de crédito. No mercado de balcão, como as partes entram “directamente” em contacto, não havendo

um intermediário, o risco de incumprimento (*default*) da contraparte é bastante mais elevado do que no mercado em bolsa, visto não haver alguém que garanta a contraparte no caso de uma das partes falhar o compromisso. Enquanto no mercado OTC a outra parte pode não honrar o compromisso na data acordada, no mercado organizado os contratos são assegurados pela câmara de compensação¹ em caso de incumprimento (Azevedo, 2007).

2.2. Tipos de derivados

Uma vez compreendida a diferença entre o mercado de balcão e o mercado OTC, passamos à classificação dos diversos tipos de derivados. A primeira distinção a ter em conta é entre acordos futuros (*forward commitments*) e títulos contingentes (*contingent claims*) – Gráfico 2-4.



Fonte: elaboração própria com base em Pires (2008)

Gráfico 2-4: Classificação dos tipos de derivados

¹ “Ao assumirem-se como contraparte de compradores e vendedores, as câmaras asseguram que as obrigações dos contratos serão cumpridas e que nenhum dos intervenientes será confortado com o facto de a outra parte renegar o contrato. A câmara de compensação ou *Clearing House* assume a posição de compradora face a todos os vendedores e de vendedora face a todos os compradores” (Ferreira, 2008:130).

Os acordos futuros são definidos como contratos em que duas partes se comprometem a adquirir ou a vender numa data futura pré-definida a um preço estabelecido no início do contrato (Pires, 2008). Os acordos futuros, por sua vez, podem ser divididos em dois tipos diferentes: os contratos de bolsa (contratos de futuros) e os contratos de balcão (contratos de *forwards* e *swaps*), sendo a principal diferença entre estes, o facto de uns serem negociados num mercado regulamentado e os outros não (Pires, 2008). De referir que, os acordos futuros podem ter diferentes activos subjacentes que podem ir desde taxas de câmbio, taxas de juros, *commodities* ou índices accionistas.

Por sua vez, os títulos contingentes são definidos como contratos que permitem a uma das partes não efectuar a transacção na data de maturidade do contrato se por algum motivo não for favorável a quem detém essa faculdade (Hull, 2007). Estes instrumentos são as opções, que permitem que os *payoffs* se realizem se ocorrerem determinados acontecimentos. Assim sendo, podemos afirmar que as opções dão ao seu detentor o direito, e não a obrigação, de exercer a sua posição enquanto o vendedor limita-se a ter a obrigação (Hull, 2007). Para recompensar esta limitação, o vendedor vai exigir à partida uma compensação, o denominado prémio.

3. Organização das bolsas de derivados

Genericamente, podemos dizer que as bolsas de derivados funcionam da mesma forma que as bolsas de valores. Assim sendo, existe um anonimato por parte de quem compra ou vende os títulos, servindo a bolsa de intermediário entre as várias partes. De forma resumida, podemos dizer que, o funcionamento das bolsas de derivados consiste na apresentação de contratos estandardizados dos diversos tipos de futuros e opções, os

quais posteriormente irão ser procurados por parte dos interessados para a sua aquisição. Para tal, é necessário que os investidores recorram a correctores para que estes possam ordenar a compra/venda dos derivados pretendidos, visto que só os intermediários financeiros é que podem realizar as transacções directamente com a bolsa estando portanto esta vedada aos particulares (Artigo 289º Código dos Valores Mobiliários). Antes de o corretor enviar a ordem de transacção para a bolsa é necessário que o cliente preencha todas as formalidades requeridas, só a partir desse momento é que o corretor envia a ordem para a bolsa, onde convergem todas as ordens de compra/venda de todos os clientes (Artigo 10º do Código de Conduta dos Analistas Financeiros).

3.1. Principais características

Depois de classificarmos os diversos tipos de derivados existentes nas bolsas será importante perceber o modo de funcionamento destas, bem como as suas principais características.

A bolsa de derivados é caracterizada pela: estandardização dos contratos negociados, quase inexistência de risco de crédito² e rapidez de execução das ordens de transacção³ (Pires, 2008). Os contratos negociados na bolsa de derivados são “contratos padrão” uma vez que apresentam as mesmas características no que concerne à quantidade, à forma de entrega, à maturidade e ao tipo de activos. A estandardização

² “No mercado de futuros há vários mecanismos para garantir o cumprimento dos contratos. Por um lado, o comprador e o vendedor têm de fazer depósitos de garantia, conhecidos por margens. Por outro lado, o processo de revisão diária dos termos do contrato, com crédito (débito) das mais-valias (menos-valias) nas contas de cada parte, leva a que os incentivos ao não cumprimento do contrato sejam muito reduzidos” (Pires, 2008:301).

³ É necessário menos tempo para se chegar ao acordo final, devido em parte à introdução de novas tecnologias (CVM).

dos contratos teve como consequência o aumento do número de transacções, conferindo ao mercado de bolsa uma maior liquidez face ao mercado de balcão (Pires, 2008).

Aos compradores e vendedores apenas lhes é possível negociar o número de contratos que pretendem, de modo a perfazer a quantidade do bem que desejam, uma vez que a quantidade de activos por contrato se encontra estipulada pela bolsa. Deste modo, um investidor pode transaccionar múltiplos contratos (Hull, 2007). Quanto à forma de entrega dos contratos na data de maturidade, esta pode ser física ou monetária. Como a própria designação indica, a entrega física pressupõe a entrega dos activos negociados, e por sua vez, os contratos com entrega monetária ou *cash settlement* correspondem à liquidação financeira do contrato. A maturidade dos contratos é também definida pela bolsa, de forma a evitar que a data de entrega coincida com fins-de-semana e feriados⁴. A maturidade dos contratos tem de ter conta que, quanto mais datas de liquidação existir, maiores são as oportunidades para os investidores, mas também será maior a dispersão da liquidação dos contratos.

A outra característica importante da bolsa de derivados é a quase inexistência de risco de crédito. Esta situação deve-se ao facto de haver uma câmara de compensação que “actua como um vendedor perante o comprador e que, actua como comprador perante o vendedor” (Pires, 2008:298), exigindo garantias aos intervenientes através de um depósito no momento da assinatura do contrato denominado de margem inicial, assim como de uma margem de manutenção⁵, na qual o negociador tem de ter um saldo

⁴ No caso de a data de maturidade coincidir com um feriado ou fim-de-semana normalmente conta-se até ao dia útil seguinte. No caso de o dia útil seguinte coincidir com a mudança de mês considera-se o último dia útil do mês.

⁵ Margem de manutenção é um valor mínimo que serve de garantia em caso de incumprimento de uma das partes, sendo possível à câmara de compensação retirar o valor que se encontra em falta. Este

mínimo. Através destes procedimentos, consegue-se minimizar o risco de uma das partes não cumprir com as suas obrigações.

Deste modo, apenas é possível negociar o preço dos contratos, uma vez que tudo o resto se encontra pré-definido.

3.2. Participantes do mercado

No mercado de derivados actuam não só os investidores em geral – que procuram fazer a cobertura dos seus riscos, oportunidades de arbitragem ou especular – mas também agentes profissionais que têm conhecimentos vastos sobre as especificidades dos produtos existentes no mercado, como também do seu modo de funcionamento. Como foi referido anteriormente, os particulares que procurem investir neste tipo de derivados, terão de fazê-lo através de intermediários financeiros – corretores – pois o acesso encontra-se vedado ao “público” (Artigo 293º do CVM – ver Tabela 2 dos Anexos).

Os corretores têm como função o acompanhamento das posições adquiridas pelos seus clientes para além da execução das ordens de compra e venda.

Os principais intervenientes nos mercados de derivados são os *brokers* e os *dealers*. Por *broker* entende-se o intermediário financeiro que transacciona em nome de um investidor particular. A sua forma de actuação no mercado não está exposta a qualquer tipo de risco se ocorrer uma variação dos preços, e a remuneração deste tipo de agente é feita através de comissões. Em caso de incumprimento por parte dos clientes, são os próprios *brokers* a assumir as obrigações contratualizadas (Abreu *et al.*, 2004).

montante vai sendo calculado à medida que um cliente for realizando operações existindo um máximo e mínimo a partir do qual este deve ser retirado/colocado dinheiro nessa conta.

Por sua vez, os *dealers* desempenham as mesmas funções dos *brokers*, apresentando como principal diferença o facto de poderem negociar em nome próprio. Os *dealers* são intermediários financeiros que comparativamente aos *brokers* possuem mais e melhor informação e tem custos de transacção menores em consequência da sua isenção de comissões (Abreu *et al.*, 2004).

4. Utilidade dos futuros

Existe uma infinidade de perfis de investidores individuais, com interesses diferentes que desejam actuar no mercado. Em virtude da multiplicidade de perfis de risco, cada investidor tem um objectivo diferente para actuar no mercado. De um modo geral, os futuros assumem as seguintes utilidades: *hedging* (cobertura de riscos), arbitragem e especulação.

Uma das principais aplicações dos derivados financeiros é “a cobertura de riscos associados às variações dos preços das matérias-primas e mercadorias, às oscilações das taxas de juro e cambiais, cotações de acções e índices de acções ou outros instrumentos subjacentes” (Ferreira, 2006:44). Estamos perante *hedging* quando os agentes económicos sentem a necessidade de recorrer aos mercados de derivados para protegerem a sua actividade comercial corrente face aos riscos de variação de preços a que estas estão sujeitas, o risco de mercado (Fingleton, 1983). Deste modo, “o seu objectivo primordial é a protecção contra perdas nos activos subjacentes por movimentos desfavoráveis e não a obtenção de ganhos” (Ferreira, 2008:76). Estamos perante cobertura de riscos no caso de, por exemplo, exportadores que correm o risco de descida da cotação da divisa em que são pagos; gestores de carteiras que correm o risco de descida das cotações dos títulos que possuem em carteiras; dos produtores de trigo

que correm o risco da descida de preço da mercadoria que estão a comercializar ou das fracas colheitas por condições climatéricas adversas; empresas que correm o risco de subida de preços das matérias-primas de que necessitam; empresas de eventos desportivos que correm por exemplo o risco de não nevar durante o Inverno e os seus bilhetes não serem vendidos. Os agentes económicos sentem a necessidade de fazer previsões de forma a poderem tomar decisões relativamente à evolução futura das variáveis que condicionam a sua actividade. Mesmo assim, o risco nunca é totalmente eliminado, visto que estamos a trabalhar com base em previsões. Então, este tipo de investidores procura limitar as suas potenciais perdas de forma a maximizar os seus rendimentos através da redução dos riscos a que se encontram expostos tendo de tomar decisões com base nessas expectativas (Cao *et al.*, 2004).

Por sua vez, o recurso à especulação é feita pelos investidores quando estes estão dispostos a assumir riscos para obterem ganhos através da variação dos preços. Este tipo de agentes é a contraparte do *hedging*, visto estarem dispostos a assumir os riscos que os investidores (*hedgers*) não estão dispostos a correr (Johnson, 1960). Assim, estes investidores não só estão disponíveis a correr os riscos, como asseguram liquidez dos mercados e a sua estabilidade. Os especuladores (essencialmente, empresas financeiras) não têm qualquer intenção de comprar ou vender o activo subjacente na data de maturidade do contrato, apenas recorrem ao mercado com a finalidade de obter lucros através da flutuação dos preços (Hull, 2007).

Por último, a arbitragem consiste na vantagem que se obtém quando se tem toda a informação disponível e é possível auferir ganhos através da compra e venda de carteiras equivalentes, simultaneamente, e em mercados diferentes a um preço superior ao da aquisição, “obtendo-se assim ganhos sem riscos e aproveitando as imperfeições

do mercado” (Ferreira, 2008:76). Esta situação ocorre raras vezes nos mercados, e quando acontece é num espaço de tempo muito reduzido porque o mercado depressa corrige essa falha (no caso de mercados desenvolvidos). Em mercados menos desenvolvidos, e consequentemente menos regulamentados, pode ser mais frequente a existência de oportunidades de arbitragem e o tempo que o mercado leva a corrigir os preços é maior (CMVM, ND). Os arbitragistas, desenvolvem mecanismos informáticos que através de uma pesquisa contínua e especializada detectam as oportunidades de arbitragem de modo a beneficiarem destas instantaneamente. Os motivos para essas imperfeições são diversos e resultam de diferentes apreciações ou expectativas sobre um determinado activo. Mas, na procura de ganhos, os arbitragistas contribuem para o sistema dando liquidez aos mercados e colaborando para que haja uma correcção das distorções dos preços (Pires, 2008).

Em relação ao mercado de futuros de electricidade, os investidores recorrem essencialmente ao *hedging* com o objectivo de reduzir posições em “aberto” em termos de geração de electricidade, como é o caso particular das “empresas de energia que podem desejar tornar os seus proveitos mais constantes minimizando os efeitos dos excessos de calor ou de frio” (Ferreira, 2008:115).

5. Futuros sobre a electricidade

Com a desregulamentação do mercado de energia, os investidores tiveram que reajustar o seu comportamento às novas regras do mercado, uma vez que deixou de ser em monopólio para passar a ser um mercado com concorrência. Assim, com a liberalização do mercado eléctrico, os serviços públicos e os produtores independentes deixaram de ter retornos garantidos e passaram a ter de competir entre si. “Esta

concorrência obrigou as empresas públicas a melhorar a sua eficiência levando em conta factores adicionais quando operam num mercado complexo caracterizado pelas incertezas em relação ao preço e volumes e à significativa volatilidade, dando assim origem a novos tipos de risco” (Furió e Meneu, 2010:1). Então, essa desregulamentação levou a uma necessidade de cobertura da exposição ao risco de preço, tornando assim o mercado de *forwards* de electricidade apetecível aos investidores, consumidores e fornecedores de energia eléctrica.

Para uma melhor compreensão deste trabalho, devemos primeiro explicitar as três principais características das *commodities* de electricidade, que segundo vários autores (Eydeland e Geman, 1999; Bessembinder e Lemmon, 2002; Lucia e Schwartz, 2002; Longstaff e Wang, 2004; Pirrong e Jermakyan, 2008; Pietz, 2009; Furió e Meneu, 2010) são as seguintes: a impossibilidade de armazenamento, a existência de sazonalidade, uma rede de transporte limitada. A estas características Jensen e Wobben (2009), Most e Genoese (2009), Redl (2008) e Joo (2009) juntam a inelasticidade da procura. O facto de não ser possível armazenar a energia eléctrica, torna o princípio do custo de armazenamento inválido e desta forma o princípio de arbitragem que decorria do espaçamento temporal não é possível (Eydeland e Geman, 1999; Bessembinder e Lemmon, 2002; Lucia e Schwartz, 2002; Longstaff e Wang, 2004; Pirrong e Jermakyan, 2008; Pietz, 2009). Wilkens e Wimschulte (2006) reforçam essa ideia ao dizerem que existem perdas de energia com o aumento da distância entre produção e consumo, bem como o facto de se ter de pagar comissões para aceder à rede e ainda existindo a possibilidade de congestionamento da rede eléctrica devido a uma limitada capacidade da rede de transporte. Para Huang (2009) os preços da electricidade são mais voláteis do que as outras *commodities* devido à impossibilidade de armazenagem o que obriga ao

seu consumo no momento em que é produzida, Newbery (1998) reforça a ideia ao afirmar que a procura e a oferta têm de estar em equilíbrio a todo o instante. Este facto faz com que seja um grande desafio para todos os participantes tomar decisões de investimento e gerir os riscos deste mercado. Tavares (2009:9) explica que “o armazenamento de electricidade em grandes quantidades não é economicamente viável. Apesar de ser passível de ser armazenada em bobinas super condutoras, volantes de inércia, baterias, entre outros, apenas é exequível armazenar quantidades reduzidas de electricidade. Existe também a possibilidade de armazenamento de água através do sistema de bombagem que existe em algumas hídricas, onde nas horas em que existe excesso de produção de electricidade, bombeiam água de volta para a albufeira.” E Cartea e Figueroa (2004) afirmam que é extremamente difícil armazenar e/ou tem um custo muito elevado, isto faz com que os preços da electricidade sejam extremamente sensíveis a mudanças inesperadas no fornecimento ou na procura, resultando nos denominados “picos” de preços e numa elevada volatilidade (Gonçalves, 2005). A sazonalidade existe nos mercados da electricidade, numa base diária, semanal e anual (Cartea e Villaplana, 2008) e deve ser considerada quando se discutem os níveis de preços. A rede de transporte dificulta a arbitragem entre diferentes mercados e leva, em especial nos tempos de congestionamento, a preços diferentes dependendo da área de entrega. Deste modo, quanto mais longe se estiver do local de entrega, maiores serão as dificuldades de transporte e consequentes perdas de energia (Azevedo, 2007; Marckoff e Wimschute, 2007; Marckoff, 2009).

Uma alternativa ao valor teórico de arbitragem para os preços dos contratos *forwards*, segundo Bessembinder e Lemmon (2002), é a “abordagem de equilíbrio, na qual obtemos a implicação de que o preço *forward* de energia será geralmente uma

previsão tendenciosa do preço *spot* futuro, com o prémio *forward* a diminuir a variação dos preços *spot* esperados para os grossistas e a aumentar a assimetria antecipada dos preços *spot* para os grossistas”. Este modelo assume que os preços são determinados pelos participantes da indústria em vez dos especuladores, e que as empresas de energia estão preocupadas com a média e a variância dos seus lucros. Cartea e Villaplana (2008) propuseram um modelo no qual o preço de electricidade para os grossistas era explicado através de duas variáveis: a procura e a capacidade de produção de electricidade. Eles observaram que os preços *forward* são sazonais dependendo da volatilidade da procura nos mercados de *Pensilvania, New Jersey and Maryland* (PJM), Inglaterra, País de Gales e dos países escandinavos. Nesse mesmo ano, Pirrong e Jermakyan (2008) apresentaram um modelo em que o preço *spot* dependia de duas variáveis, a procura e o preço da energia, através do qual obtiveram resultados consistentes com os obtidos por Bessembinder e Lemmon (2002). Por sua vez, Benth *et al.* (2007) forneceram uma estrutura que explica a relação entre o prémio *forward* e as preferências de risco dos intervenientes do mercado, assim como a relação entre vendedores e compradores.

Outras investigações realizadas procuram mostrar através de uma análise empírica que existe um prémio para os *forwards* sobre a electricidade como é o caso de Shawky *et al.* (2003). Bowden (2009), por seu lado, provou que existe sazonalidade nos prémios do *day-ahead (spot)* no mercado *Midwest ISO*, significa isto que o mercado analisado é ineficiente. Ullrich (2007) e Lucia e Torró (2008) apelam para a importância das reservas de água para a dinâmica do prémio, obtendo resultados diferentes de Bessembinder e Lemmon (2002) que defendem a existência de uma relação entre o prémio de risco do *forward* e a volatilidade do preço *spot* com recurso aos contratos semanais de electricidade do mercado escandinavo. Tendo como base o mercado de

PJM, Geman e Vasicek (2001) mostram que existe um prémio positivo de assimetria nos meses de Verão para os preços dos contratos *forwards* diários. Já Longstaff e Wang (2004) conduziram uma análise empírica do prémio de risco de *forward* usando os preços por hora, descobrindo que os prémios de risco dos *forwards* são significantes e que variam sistematicamente ao longo do dia e que estão ainda directamente relacionados com factores económicos, como as variações inesperadas da procura, os preços *spot* e as receitas totais. A subida substancial dos prémios poderá estar relacionada com uma rede de transporte limitada de importações, como afirma Bowden (2009). Por sua vez, Eydelan e Geman (1998), Lúcia e Schwartz (2001) e Gusmão (2007) são da opinião que os preços apresentam uma forte dependência geográfica e temporal.

Existem estudos como o de Marckhoff e Wimschulte (2009) e o de Wimschulte (2010) que exploram a vertente dos *contracts for differences* (CFD's), isto é, são contratos que têm como subjacente a diferença entre o preço *spot* e os preços dos futuros, numa óptica em que existe variação do preço em termos espaciais, não em termos temporais, como os estudos anteriores. Estes contratos são usados numa óptica financeira em que os intervenientes preferem especular sobre a diferença entre futuros e o preço *spot* em vez de terem expectativas sobre o preço.

Em suma, os diversos estudos referidos demonstram que no mercado de derivados de electricidade existe sazonalidade, não há oportunidades de arbitragem, o prémio de risco é estatisticamente significativo, podendo ser utilizados derivados com diferentes maturidades bem como as diferenças entre preço *spot* e os preços dos futuros mas não existe consenso em relação aos factores que influenciam os preços da electricidade,

podendo ser factores diversos como as condições climatéricas, as temperaturas, a rede de transporte, o nível de água, dependendo de cada mercado.

5.1. Descrição do MIBEL

Em Novembro de 2001, deu-se o início do processo de convergência e cooperação entre Portugal e Espanha com o objectivo de eliminar todos os obstáculos e integrar os dois sistemas eléctricos tendo sido assinado um protocolo de cooperação, em 2004, denominado Acordo de Lisboa (Conselho de Reguladores do MIBEL, 2009; Costa e Lage, 2006). Para tal, sentiu-se a necessidade de criar dois pólos: *spot market* (OMEL) e o mercado de derivados (OMIP) com o objectivo de dar origem ao Operador do Mercado Ibérico (OMI), o qual teve o seu início a 3 de Junho de 2006.

A gestão desta cooperação baseia-se no mecanismo *market splitting*, isto é, de separação dos mercados no horizonte temporal diário em que o preço é fixado através do preço de oferta de venda, permitindo efectuar a alocação da capacidade disponível de forma segura (Conselho de Reguladores do MIBEL, 2009). Quando a procura de electricidade é superior à oferta no MIBEL, o mercado é dividido em dois segmentos: o pólo português e o pólo espanhol, os quais, a partir desse momento, passam a ter preços próprios. Quando isso acontece, os preços são formados com base na procura e oferta de cada mercado até que, novamente, a procura volte, pelo menos, a ser igual à oferta.

Em meados de 2010, o mercado apresentava 37 entidades admitidas como membros negociadores⁶, 13 membros compensadores⁷ e 26 agentes de liquidação⁸ (ver Tabela 1

⁶ Por membros negociadores entende-se as entidades que actuam “exclusivamente por conta própria, por conta de terceiros ou por conta própria e de terceiros” (Costa e Lage, 2006).

dos Anexos), no entanto, inicialmente não foi permitida a negociação a empresas financeiras. Só com o decorrer do tempo é que foi autorizada a entrada destas instituições que vieram trazer maior liquidez ao mercado.

Estão disponíveis para negociação no mercado ibérico três tipos de contratos: Futuros, *Forwards* e *Swaps*. Os contratos Futuros admitem liquidação financeira ou física, enquanto os contratos *Forwards* têm natureza física e os contratos *Swaps* são de natureza financeira (Tabela 2-3).

⁷ Por sua vez, os membros compensadores “são membros da OMIClear, tendo por funções o registo das posições, a constituição de garantias e a liquidação de posições” (Costa e Lage, 2006).

⁸ Os denominados agentes de liquidação estão divididos em duas categorias de liquidação: física e financeira. A liquidação física pressupõe a entrega de energia, enquanto a liquidação financeira consiste na compensação dos valores monetários subjacentes à negociação.

Tabela 2-3: Exemplo de negociação de derivados no MIBEL

1. Market Data / Datos de la Sesión / Dados da Sessão

1.1. MIBEL SPEL Base

		Futures (FT)														Forwards (FW)			Swaps (SW)					
		Auction				Trading Session				Closing Orders		Settlement ⁽¹⁾		Market Total (excl. OTC)							Open		Open	
		Eq.	Open	High	Low	Last	Bid	Ask	Price	Change	Auction	Continuous	Energy	Buy+Sell		OTC	Interest	OTC	Interest	OTC	Interest			
Instrument	Hours	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	#cont.	#cont.	MWh	#cont.	#cont.	#cont.	#cont.	#cont.	#cont.	#cont.	#cont.			
FTB Wk05-11	168								44.56	0.00														
FTB Wk06-11	168								44.60	-0.20														
FTB Wk07-11	168								44.60	-0.20														
FTB M Feb-11	672						44.20	45.00	44.60	-0.20						20	1751							
FTB M Mar-11	743		44.40	44.40	44.40	44.40	44.25	44.75	44.40	-0.10		15	11 145	30		30	1922							
FTB M Apr-11	720							44.00	43.65	-0.05							100							
FTB M May-11	744								44.51	-0.05														
FTB M Jun-11	720								47.61	-0.05														
FTB Q2-11	2184		45.25	45.25	45.25	45.25	44.75	45.45	45.25	-0.05		10	21 840	20			1077							
FTB Q3-11	2208						47.75	48.25	48.00	-0.10							932							
FTB Q4-11	2209								47.75	-0.10							854							
FTB Q1-12	2183								47.01	-0.02														
FTB Q2-12	2184								45.81	-0.02														
FTB Q3-12	2208								48.52	-0.02														
FTB Q4-12	2209								48.55	-0.02														
FTB YR-12	8784						47.15	47.80	47.48	-0.02							195							
FTB YR-13	8760						48.00	49.00	48.50	-0.25							5							

⁽¹⁾ Settlement Prices for Forward (FW) and Swaps (SW) contracts are identical to Futures (FT) for the same maturity (OMIP Instruction 01/2009 no. 4) / El Precio de Referencia de Negociación para los Contratos Forward (FW) y Swap (SW) es idéntico al de los Contratos de Futuros (FT) de igual vencimiento (Circular OMIP 01/2009, n.º 4) / O Preço de Referência de Negociação para os Contratos Forward (FW) e Swap (SW) é idêntico ao do Contrato de Futuros (FT) de igual maturidade (Circular OMIP 01/2009, n.º 4).

Fonte: OMIP (26/01/2010)

Os contratos do tipo Futuro são negociáveis em mercado, existindo assim de forma padronizada, podendo também ser objecto de registo, para efeitos de compensação, as operações realizadas fora de mercado (OTC), isto é, para fazer a face ao risco de incumprimento as partes de acordo bilateral acordam entre si criar uma margem inicial no mercado organizado, de forma a minimizar a probabilidade de incumprimento, tendo o MIBEL a vantagem de ter mais uma fonte de receita. Neste tipo de “acordo as partes assumem o compromisso de compra e/ou de venda para liquidação (física e/ou financeira) em data futura, contando com o ajuste diário do valor dos contratos, que é o mecanismo que possibilita a liquidação financeira diária de lucros e prejuízos das posições. Essa modalidade também possibilita a intercambialidade de posições, ou seja, o compromisso assumido com uma contraparte poderá ser encerrado com outra operação com qualquer contraparte, sem a imposição de vínculo bilateral” (Portal do

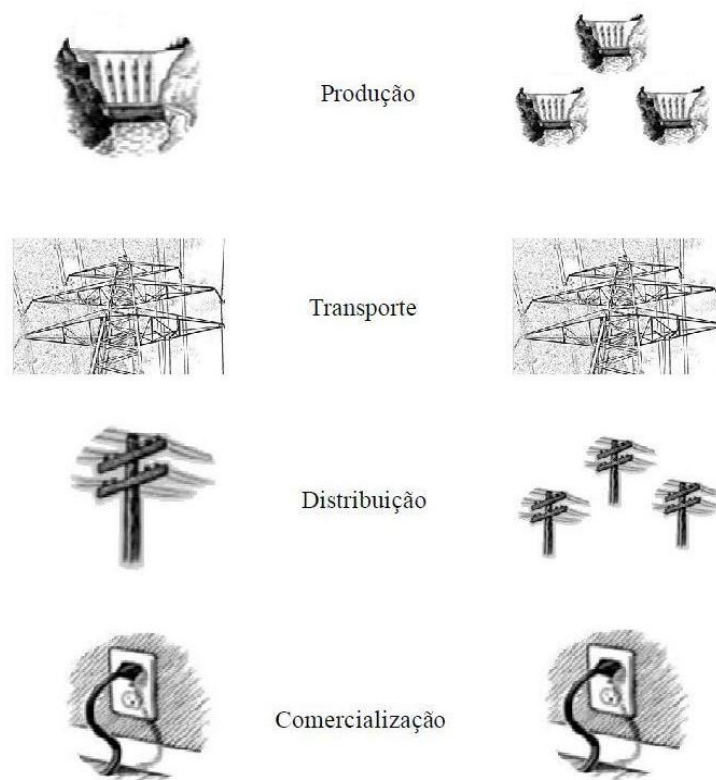
investidor). É de referir que estão disponíveis no MIBEL futuros com maturidade de 1 ano, trimestrais, mensais, semanais e diários (*spot*).

No caso dos contratos *Forwards*⁹ e *Swaps*¹⁰, introduzidos em Março de 2009 no MIBEL, está apenas previsto o registo, para efeitos de compensação das operações OTC. Uma das particularidades que este mercado apresenta é o facto de o número de contratos transaccionados ser maior no mercado OTC do que no mercado de balcão, devido à maior facilidade da procura e a oferta se encontrarem através de uma negociação bilateral.

O mercado MIBEL apresenta na sua estrutura quatro grandes áreas: a produção de energia, o transporte, a distribuição e a comercialização (MEI, 2008; Santos, 2007; Castro, 2009) - Gráfico 2-5.

⁹ “Os contratos *Forwards* são acordos específicos entre duas partes para a realização de uma transacção financeira numa data futura” (Abreu, Ferreira, Barata e Escária, 2004:137).

¹⁰ “Um *swap* é um contrato em que cada parte troca um conjunto de pagamentos ou fluxos de tesouraria futuros que detém por um conjunto de pagamentos ou fluxos de tesouraria futuros que a outra parte detém” (Abreu, Ferreira, Barata e Escária, 2004:145).



Fonte: elaboração própria com base em Lourenço (2010)

Gráfico 2-5: Mercado regulado vs mercado liberalizado

Com a liberalização do mercado da electricidade assistiu-se à existência de concorrência em termos de produção e comercialização de energia, com o objectivo de introduzir maior eficiência na gestão e afectação dos recursos utilizados (Oum, Oren, Deng 2006). A produção de energia eléctrica está associada ao mercado grossista, em que os produtores asseguram a sua colocação no mercado para que os diversos agentes compradores possam adquirir a energia eléctrica, para satisfazer a carteira de fornecimentos a clientes finais e/ou para consumo próprio. Já a actividade de comercialização encontra-se afecta ao mercado retalhista, no qual os agentes comercializadores concorrem entre si para assegurar o fornecimento dos clientes finais (Conselho de Reguladores do MIBEL, 2009; Tavares, 2009). No que se refere às actividades de transporte e distribuição de energia eléctrica, estas encontram-se sob a

forma de monopólio em que o acesso só é garantido através de pagamento de um montante pré-estabelecido, uma vez que a rede é utilizada por todos os utilizadores (Azevedo, 2002; Tavares, 2009; Castro, 2009).

5.1.1. Mercado grossista

O mercado grossista, como referido acima, é composto pelos produtores de energia eléctrica, os quais podem participar no mercado através do mercado liberalizado ou do mercado regulado. Apesar de no mercado liberalizado existir concorrência, Cartea e Villaplana (2008) referem que o número de empresas a operar no mercado eléctrico é reduzido devido aos elevados custos de instalação, bem como as licenças requeridas e as ligações à rede que são necessárias (Santana, 2003), criando barreiras à entrada de novos concorrentes no mercado. Outro factor que influencia o número reduzido de concorrentes é o pouco conhecimento do mercado ao contrário de quem está no mercado há muito tempo e que conhece as suas limitações e potencialidades.

No que se refere ao mercado regulado, os produtores de electricidade têm os preços de venda definidos por Decretos Regulamentares e por este motivo os *cash in-flows* não estão sujeitos a flutuações do mercado.

O mercado grossista do MIBEL divide-se, por sua vez, em quatro segmentos: o mercado de contratação a prazo¹¹ (OMIP); o mercado *spot* de contratação à vista (OMEL); o mercado de serviços de sistema; e o mercado de contratação bilateral. No OMIP, estabelecem-se contratos de futuros para a produção e compra de electricidade, onde a liquidação pode ser física ou financeira. O OMEL assenta numa lógica de

¹¹ “Nos mercados a prazo transaccionam-se blocos de energia com entrega posterior ao dia da contratação, de liquidação física ou financeira” (Costa e Lage, 2006).

contratação diária¹² e intradiária¹³ em que são estabelecidas as vendas (produção) e as compras para o dia seguinte ao da negociação. O equilíbrio entre a produção e o consumo da energia eléctrica é efectuado no mercado de serviços de sistema e os contratos de compra e venda são realizados pelos agentes no mercado de contratação bilateral (Conselho dos Reguladores do MIBEL, 2008).

Em Portugal, o mercado a prazo iniciou a sua actividade em Julho de 2006, tendo actualmente o estatuto de mercado regulamentado. “A gestão do mercado é efectuada pelo OMIP – Operador do Mercado Ibérico de Energia (Pólo Português), SGMR, S.A., sendo que a OMIClear – Sociedade de Compensação de Mercados de Energia, S.G.C.C.C.C., S.A., desempenha as funções de câmara de compensação, contraparte central e entidade gestora do sistema de liquidação” (ERSE).

Com a entrada em funcionamento do mercado *spot* a 1 de Julho de 2007, tem-se vindo a assistir a uma diminuição da diferença dos preços praticados em Portugal e Espanha - em 2007 era de 10€, e no final do 1º semestre de 2009 inferior a 1€ (ERSE).

Durante o ano de 2008, o preço médio em Espanha situou-se em torno de 64,40 €/MWh e em Portugal em cerca de 69,90 €/MWh. Este facto poderá ser explicado pela existência de maior concorrência no mercado espanhol (Borges, 2008).

¹² “ Nos mercados diários negociam-se blocos de energia com entrega no dia seguinte ao da contratação, de liquidação, necessariamente, física [mercado *spot*]” (Costa e Lage, 2006).

¹³ “No mercado intradiário contratam-se blocos de energia para o próprio dia, de liquidação, necessariamente, física [mercado *spot*]” (Costa e Lage, 2006).

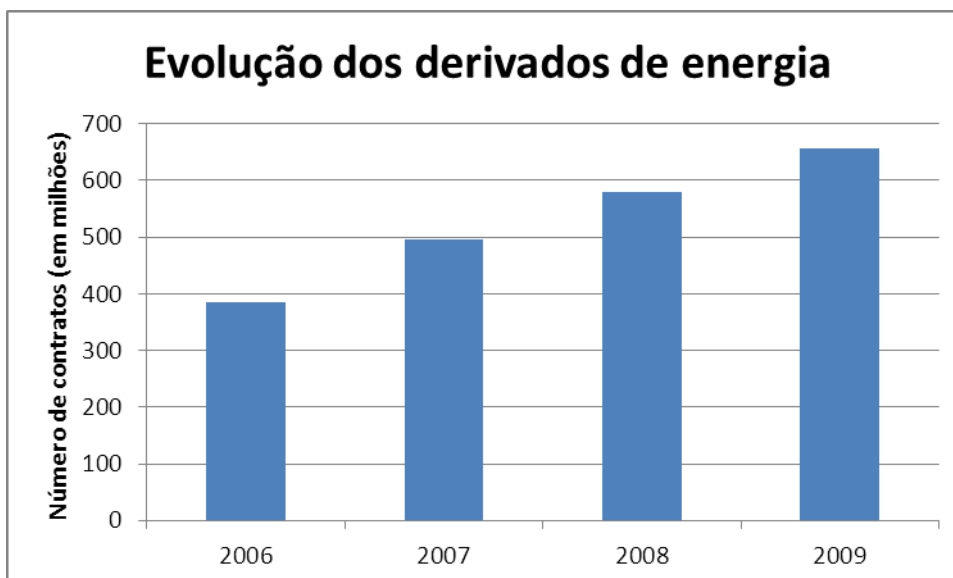
5.1.2. Mercado retalhista

O mercado retalhista encontra-se assente em duas principais formas de contratação do fornecimento de electricidade: em mercado regulado - por aplicação das tarifas pré-definidas por Decretos Regulamentares; e em mercado liberalizado – com os preços da energia a serem definidos e acordados pelo mercado. Quanto ao acesso às redes, todos os participantes no mercado podem utilizar, sendo aplicado um preço regulado.

De acordo com o Conselho de Reguladores do MIBEL (2008), em Espanha, em Julho de 2009, o volume de energia negociado no mercado retalhista liberalizado situava-se em torno de 60% da procura total enquanto em Portugal atingia os 27%.

5.2. Evolução do mercado de electricidade

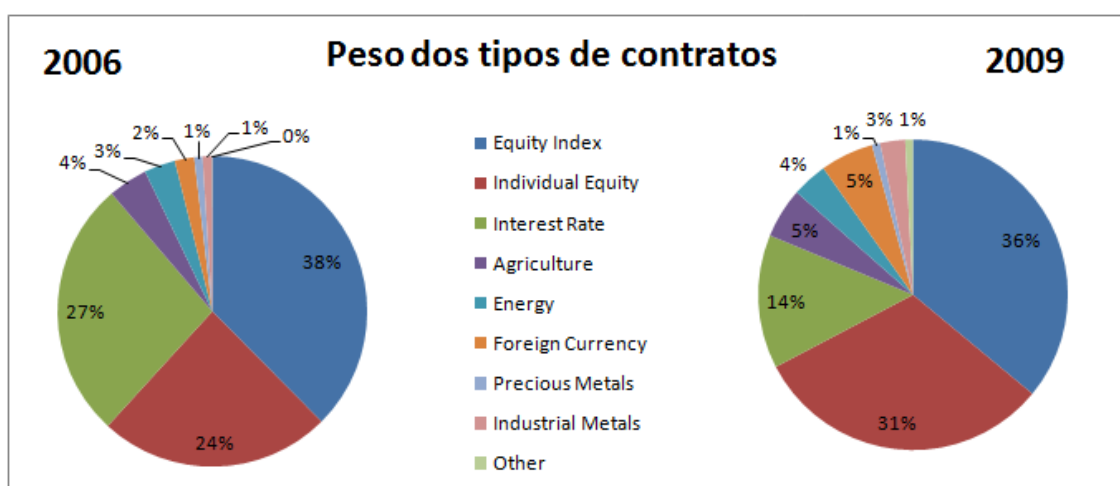
Ao longo dos tempos tem-se assistido ao crescimento do mercado eléctrico, em Portugal e no resto do mundo, como consequência do desenvolvimento global e da liberalização deste mercado, liberalização esta que trouxe consigo uma maior volatilidade dos preços (Branger *et al.*, 2010) (Gráfico 2-6).



Fonte: FIA

Gráfico 2-6: Evolução da procura de derivados sobre a energia, em milhões de contratos

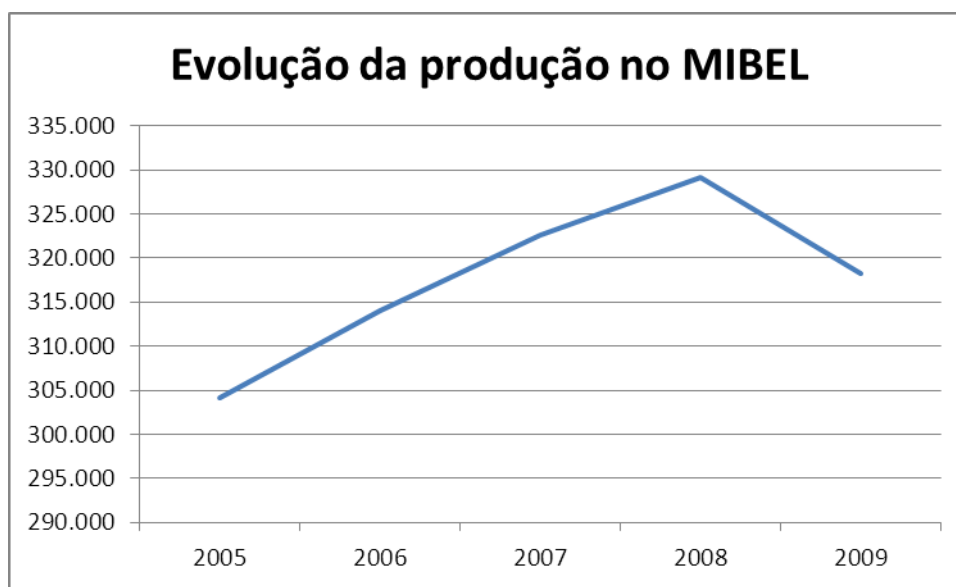
Cada vez mais se recorre a diferentes formas de energia e, consequentemente, a electricidade tem ganho maior importância neste contexto, isto apesar de ter crescido 1% de 2006 a 2009, no entanto o volume de derivados sobre este tipo de *commodity* cresceu 70% (Gráfico 2-7).



Fonte: FIA

Gráfico 2-7: Peso dos derivados de electricidade

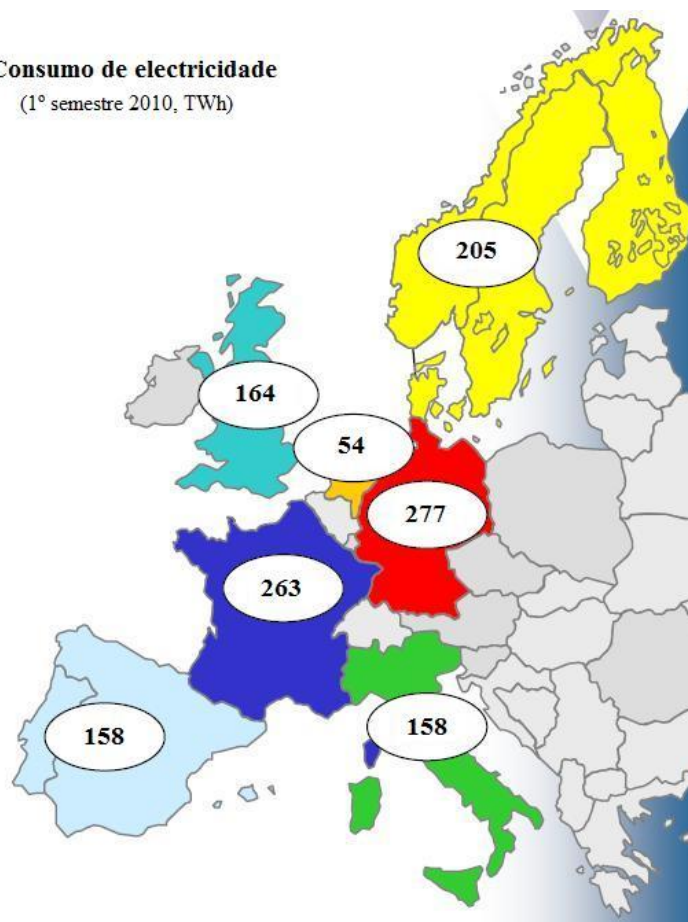
À medida que se caminhou para a integração no mercado ibérico, verificou-se um ligeiro crescimento deste mercado entre o ano de 2005 a 2009, em termos de produção (aproximadamente 14 TWh), tornando-se num dos principais *players* a nível europeu como podemos verificar no Gráfico 2-8.



Fonte:ENTSOE

Gráfico 2-8: Evolução da produção no MIBEL (2005-2009), em MWh

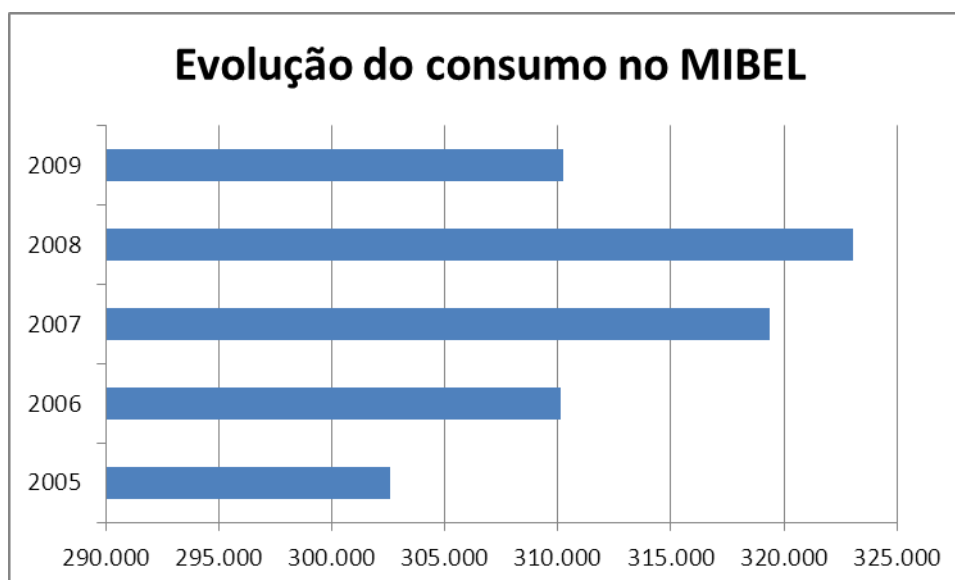
Consumo de electricidade
(1º semestre 2010, TWh)



Fonte: UCTE baseado em Esteves (2010)

Gráfico 2-9: Consumo de electricidade na Europa no 1º semestre de 2010 (TWh)

Ao analisarmos a vertente do consumo de electricidade, constatamos que o mercado ibérico de electricidade é um mercado atractivo pois tem consumos na ordem dos 300 TWh por ano (Gráfico 2-9), o que torna este mercado apetecível, tendo apresentado um crescimento de 8 TWh de 2005 a 2009 (Gráfico 2-10).



Fonte: ENTSOE

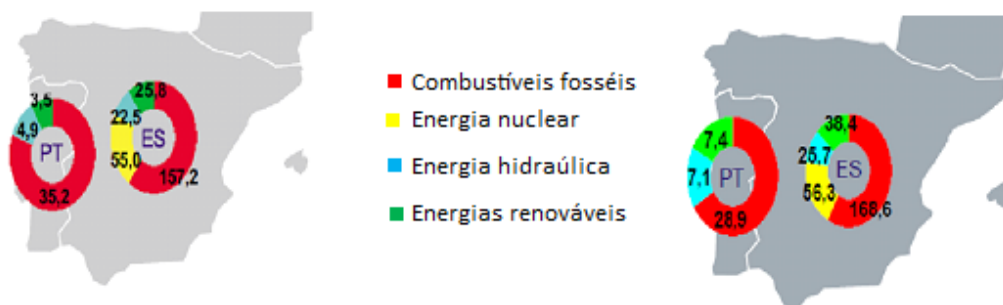
Gráfico 2-10: Evolução do consumo de electricidade no MIBEL (2005-2009), em MWh

Procedendo a uma análise mais detalhada sobre a forma de produção, verifica-se que existem quatro tipos diferentes de produção de energia: combustíveis fósseis, hidroelétrica, energias renováveis e energia nuclear¹⁴. Pode-se verificar, com recurso ao Gráfico abaixo (Gráfico 2-11), que entre 2005 e 2008 em Espanha a produção de energia através de combustíveis fósseis aumentou sensivelmente 10 TWh, produção semelhante ocorreu nas energias renováveis (13 TWh). Em relação às outras formas de produção, o crescimento foi muito residual. No mercado português verificou-se uma redução da produção através de combustíveis fósseis de 6 TWh tendo essa diminuição sido compensada pelo aumento da produção através de energias renováveis e hidroelétrica. É de salientar que no período em análise a produção de energia manteve-se relativamente constante do lado de Portugal (Gráfico 2-11).

¹⁴ Só existe no mercado espanhol, o mercado português não apresenta esta possibilidade de produção de energia.

2005

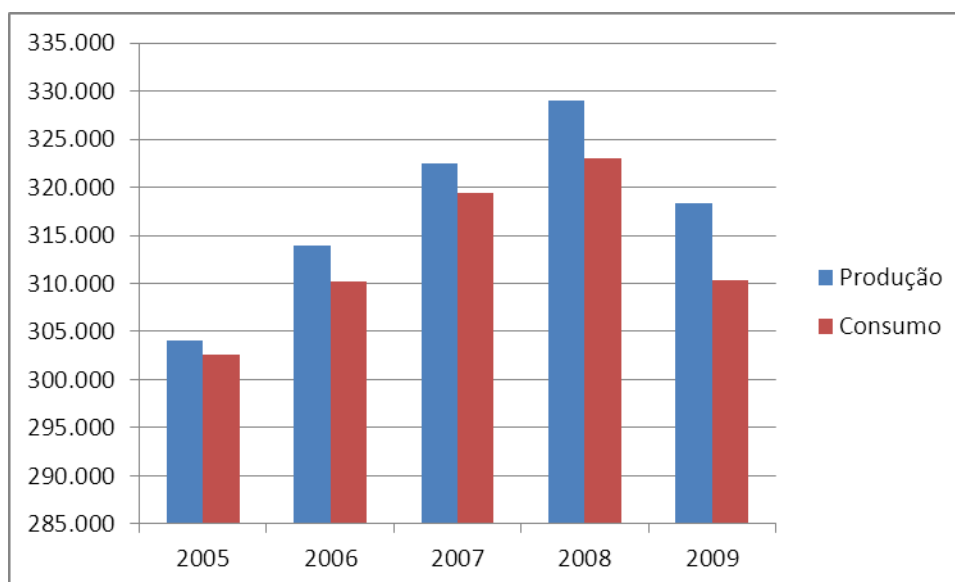
2008



Fonte: UCTE

Gráfico 2-11: Formas de produção de electricidade, em 2005 e 2008, na Península Ibérica, em TWh

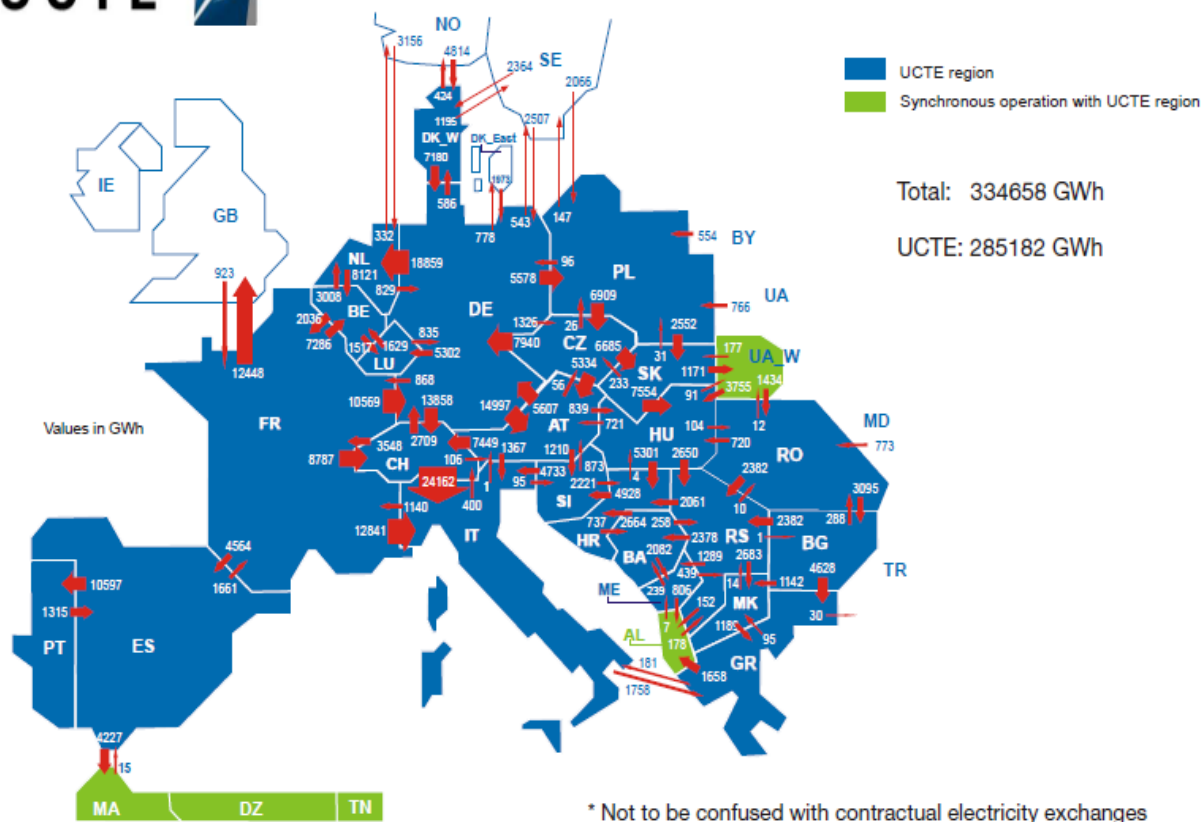
Ao realizarmos a comparação entre consumo e produção ao nível do MIBEL verificamos que tem vindo a ocorrer um aumento da diferença entre estes, indício de que poderá existir um mercado transfronteiriço que pode ser explorado (Gráfico 2-12).



Fonte: ENTSOE

Gráfico 2-12: Oferta e procura de electricidade no mercado ibérico (2005-2009), em MWh

No entanto a comercialização de electricidade para países vizinhos como a França e Marrocos continua ter muitas restrições devido a questões de capacidade de interligação entre países (Rademaekers, 2008) que poderá ser explicado pelo facto de a fronteira entre Espanha e França ter um sistema montanhoso enorme que dificulta a instalação de meios de transporte, assim como as condições climáticas que, em alguns períodos, levam ao corte da rede de transporte. Também existe o receio do lado espanhol da livre comercialização de electricidade em termos de União Europeia uma vez que a França teria facilidade em competir neste mercado e assim reduzir as receitas das empresas espanholas. Em 2008, a França exportou aproximadamente três vezes mais electricidade do que a Espanha no sentido contrário, o que evidencia um desenvolvimento superior do mercado deste país (Gráfico 2-13).



Fonte: UCTE (2008)

Gráfico 2-13: Intercâmbio de energia na Europa em 2008, em GWh

Como é referido pelo estudo realizado por Rademaekers (2008), a melhoria da capacidade de transmissão de electricidade entre países é um dos principais desafios ao nível da UE. É de salientar que na Europa têm-se vindo a caminhar para liberalização do espaço europeu como é demonstrado pelo estudo da consultora Suez-Tractebel (2009), em que esta afirma que as transacções de electricidade na Europa aumentaram 50% de 2000 a 2007. Um dos motivos para o aumento das transacções de electricidade entre os diferentes países da União Europeia prende-se com o sistema de incentivos criados pela UE que ajuda a promover o intercâmbio em termos de electricidade (Frontier Economics, 2008).

Como referido pelo Conselho de Reguladores do MIBEL (2009), em Espanha, o **mercado grossista** de electricidade registou um aumento significativo entre 2006 e 2008, passando de 80.544 MW para 89.944 MW, respectivamente. Este acréscimo encontra-se essencialmente relacionado com a produção em regime especial (PRE)¹⁵, bem como com o arranque de novas centrais de ciclo combinado a gás (gás natural), sendo estas últimas, as formas de produção mais eficientes do mercado. Em relação a Portugal, verificou-se um crescimento na ordem dos 2.000 MW da capacidade instalada de 2006 para 2008, sendo que no final deste estava próximo de 15.000 MW (ERSE).

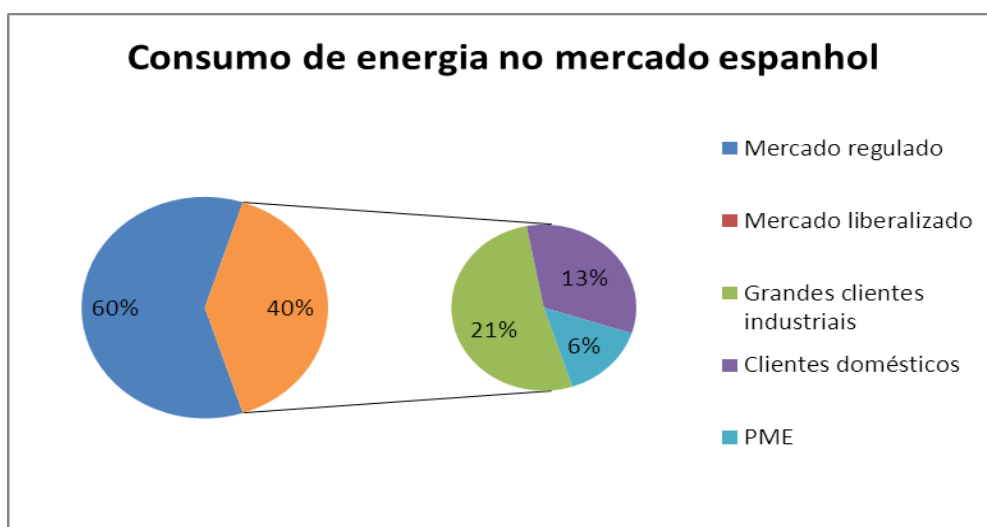
No que diz respeito ao **mercado retalhista**, este encontra-se repartido em dois segmentos diferenciados: o mercado regulado e o mercado liberalizado¹⁶. Em termos de mercado regulado temos duas realidades distintas entre os países. No caso de Espanha, esta apresenta um mercado em que o número de clientes é de aproximadamente de 26 milhões mas, no entanto, 60% destes estão ligados contratualmente ao mercado regulado. Em Portugal, por sua vez, o mercado regulado representa quase a totalidade dos clientes em virtude de o mercado liberalizado ser muito residual devido às diferenças de preços existentes entre o mercado regulado e o mercado liberalizado. No último ano (2009) presenciou-se a uma adesão dos clientes industriais (média e alta

¹⁵ Os produtores deste tipo de energia têm a garantia que existe sempre um comprador para toda a produção existente em virtude de um acordo estabelecido com o governo no qual está estabelecido o preço, numa lógica de custos evitados ou ao preço que resulta das propostas apresentadas aos concursos de atribuição de pontos de interligação para as instalações de energia eólica e biomassa. É considerada PRE a produção de energia eléctrica proveniente de co-geração, hídricas até 10 MW. (também denominadas de mini-hídricas), centrais eólicas e de centrais produtoras de energia eléctrica derivadas de outras fontes renováveis (CNE e ERSE, 2002, Castro, 2009).

¹⁶ As duas formas principais de contratação do fornecimento de energia eléctrica no mercado retalhista são a contratação em mercado regulado, no qual os preços estão definidos por decretos regulamentares e a contratação em mercado liberalizado, com os preços da energia a serem definidas e acordadas pelo mercado e a componente do acesso às redes a ser aplicada através de preço regulado.

tensão) ao mercado liberalizado, sinal de que este tem potencial para crescer em Portugal Continental – uma vez que existe um mercado de 6 milhões de clientes com um consumo anual na ordem dos 50.000 GWh por explorar¹⁷.

De acordo com o Conselho de Reguladores do MIBEL (2009), os consumidores diferenciam-se em três grupos com base nas suas preferências, custos, perfil de consumo e elasticidade perante o preço: os grandes clientes industriais, as pequenas e médias empresas (PME) e os consumidores domésticos. Em termos de evolução ao longo dos últimos anos, verificou-se que a repartição do consumo tem-se mantido constante entre os diferentes grupos de consumidores em Espanha – os grandes clientes industriais representam cerca de 51%, os domésticos 33% e as PME 15% (Gráfico 2-14).

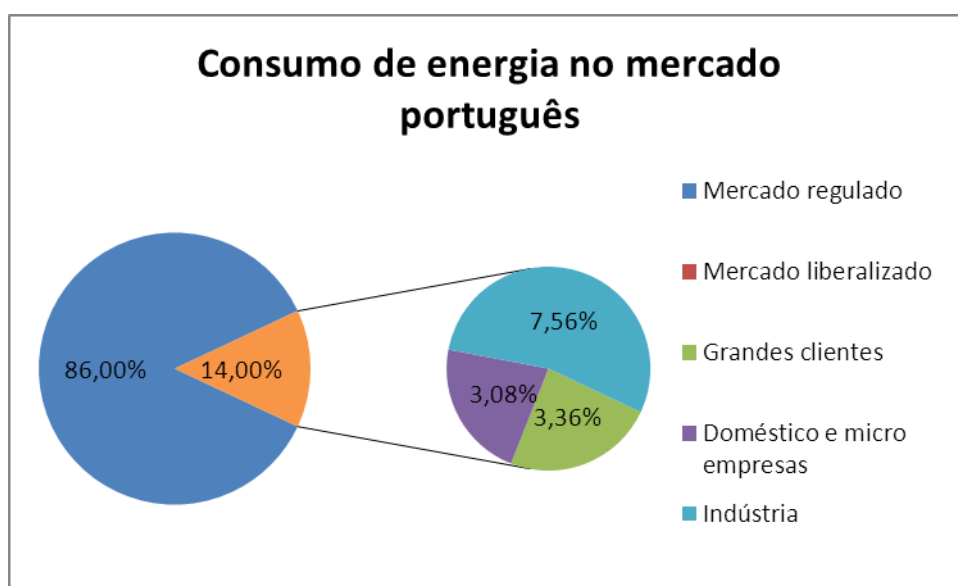


Fonte: elaboração própria com base em Conselho de Reguladores do MIBEL (2009)

Gráfico 2-14: Consumo de energia por grupo de consumidores em Espanha (2009)

¹⁷ De salientar que a partir de 2006 todos os clientes tem liberdade de escolha do fornecedor de energia eléctrica.

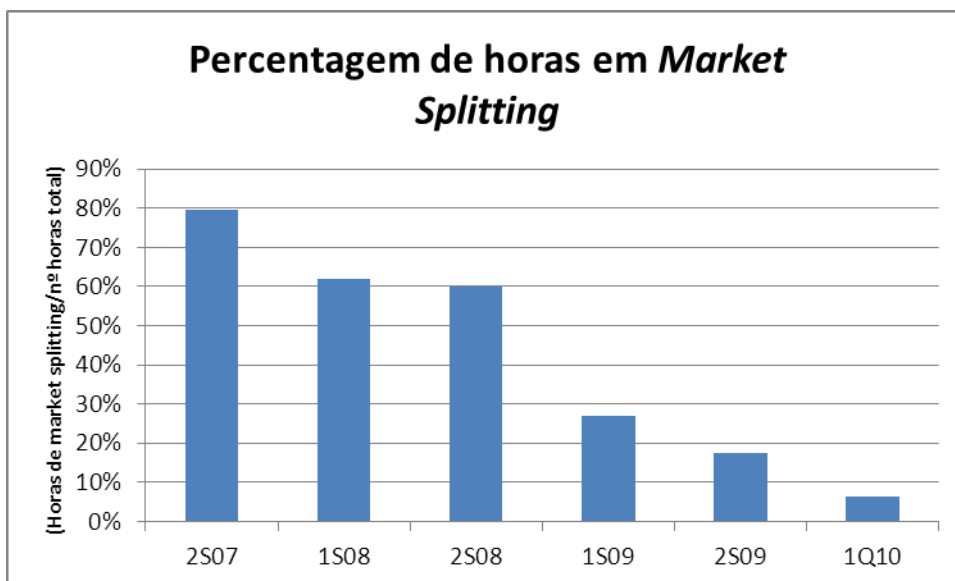
Por sua vez, o mercado da electricidade em Portugal apresenta uma grande predominância do fornecimento de energia através do mercado regulado (86%) devido à recente (2006) abertura do mercado à concorrência. No entanto, o mercado liberalizado tem vindo a aumentar a sua carteira de clientes (ver Gráfico 1 dos Anexos) sendo o grupo de consumidores com maior peso neste mercado a indústria (7,56%) – Gráfico 2-15.



Fonte: ERSE (2009)

Gráfico 2-15: Consumo de energia por grupo de consumidores em Portugal (2009)

Actualmente, a capacidade máxima de intercâmbio comercial entre as duas zonas do MIBEL ronda os 1.600 MW no sentido Espanha-Portugal e 1.300 MW no sentido inverso (ERSE). No entanto, continua a existir um número elevado de períodos de congestionamento do tráfego eléctrico, principalmente no sentido Espanha-Portugal, o que dá origem a picos preços da electricidade (Gráfico 2-16).



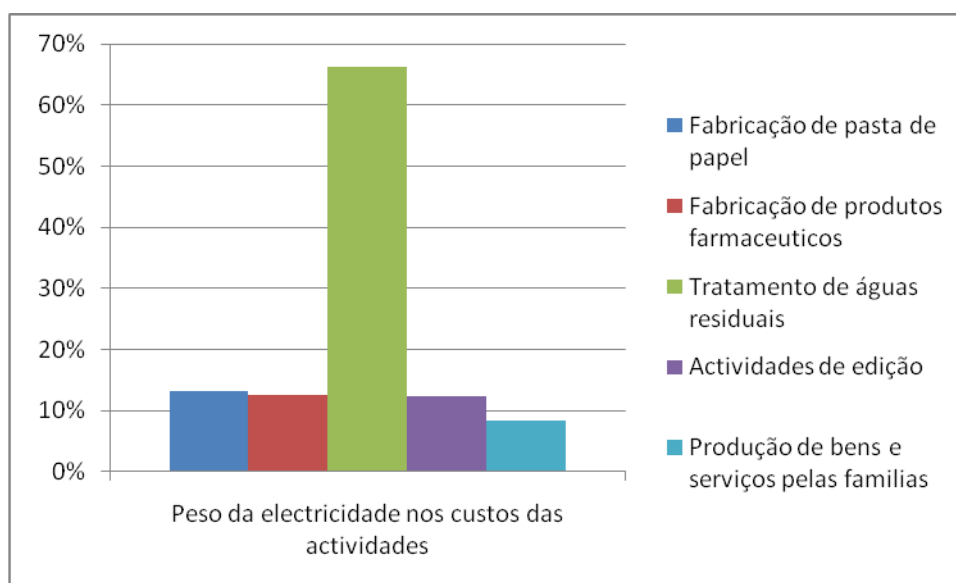
Fonte: EDP

Gráfico 2-16: Percentagem de horas em *market splitting* (2007-2010)

O significativo número de horas em que a interligação Portugal-Espanha se encontra congestionada, apesar da evolução positiva registada nos valores de capacidade oferecida, deve-se não tanto à falta de qualidade das infra-estruturas, mas ao desenho do mercado grossista (Conselho de Reguladores do MIBEL, 2009). O *market splitting* ocorrido explica-se por factores conjunturais - anos secos e indisponibilidades programadas em Portugal - e estruturais - *mix* de geração distintos em Portugal e Espanha e interligação (EDP). Tal situação resulta na “restrição da capacidade de exportação do país inicialmente exportador, por razões de segurança de abastecimento doméstico” (Conselho de Reguladores do MIBEL, 2009:12). Para evitar estas limitações, existe a perspectiva de que em 2014 a rede de transporte de electricidade entre os dois países seja na ordem dos 3.000 MW em cada sentido, esperando-se com isso que os preços da electricidade diminuam e que os momentos de *market splitting* sejam diminutos (ERSE; EDP; OMIP; REN).

5.3. Actividades expostas ao risco de electricidade

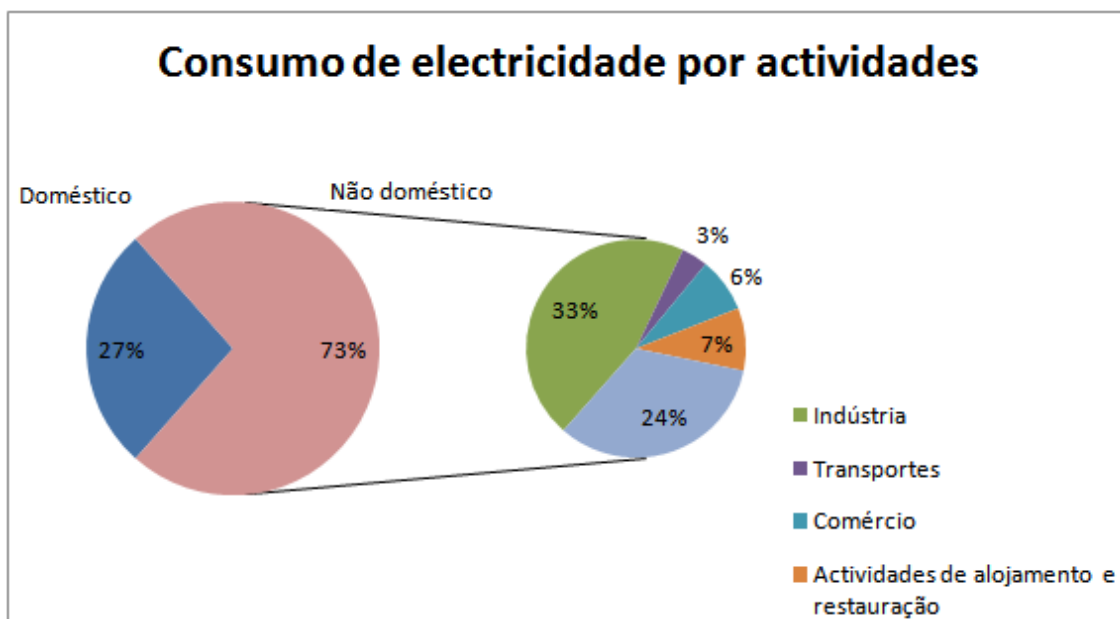
Como a electricidade está presente em quase todas as actividades do nosso quotidiano, podemos afirmar que todos os sectores de actividade se encontram expostos ao risco dos preços da electricidade subirem. No entanto, existem actividades que estão mais expostas a variações dos preços da electricidade do que outras, exemplo desse facto são actividades como a fabricação de pasta de papel (13,2%), de produtos farmacêuticos (12,6%) ou o tratamento de águas residuais (66,3%) em que os custos com electricidade têm um peso significativo no orçamento das empresas em Portugal (Gráfico 2-17).



Fonte: INE (2007)

Gráfico 2-17: Peso dos custos da electricidade nas actividades

Todavia, existem actividades que se encontram mais expostas ao risco da subida dos preços da electricidade, neste caso, a habitação (doméstico), transportes, indústria, comércio e alojamento e restauração (INE) – Gráfico 2-18.



Fonte: INE (2007)

Gráfico 2-18: Consumo de electricidade por actividades, em MWh, em Portugal (2007)

A exposição ao risco da subida dos preços da electricidade no sector dos transportes é muito grande, devido principalmente aos comboios e metropolitanos, que nas cidades funcionam como um dos principais meios de transporte de passageiros [por exemplo Lisboa apresenta cerca de 1.100.000 de movimentos pendulares diários (Fernandes, 2008)].

Caso se verifique a subida dos preços da electricidade, a viabilidade das empresas de caminhos-de-ferro pode ser posta em causa, consequentemente as pessoas irão ter de recorrer a outros meios de transporte que são mais caros, assumindo que os preços dos bilhetes serão aumentados. As famílias ao recorrerem a essas alternativas vão criar mais dificuldades de deslocação e tempo a quem já utilizava meios de transporte alternativos e a elas próprias. Temos por isso não apenas um efeito directamente mensurável (aumento do custo dos transportes) mas também externalidades negativas a saber: a)

aumento do tempo de deslocações; b) transferência para outros meios de transporte que poderão ser poluentes.

Outro aspecto a ter em conta, refere-se a uma perspectiva de longo prazo, uma vez que tendencialmente, com a mesma tecnologia, as formas de produção de electricidade tenderão a diminuir as emissões de dióxido de carbono necessárias para a sua produção¹⁸ face ao petróleo e assim serão menos poluentes os transportes colectivos eléctricos relativamente aos outros meios de transporte. Se não existir o cuidado com o meio ambiente vamos colocar em causa o futuro das gerações vindouras e esse poderá ser o preço mais elevado a pagar com o risco de subida dos preços de electricidade.

O outro sector que se encontra muito exposto à subida dos preços de electricidade é o doméstico, pelo facto de que as famílias, devido a esse aumento terem uma redução do rendimento disponível e consequentemente uma diminuição potencial da qualidade de vida. Tem-se também assistido ao aumento do consumo de electricidade por parte das famílias ao longo dos tempos (INE) e desta forma, podemos concluir que o peso da factura da electricidade tem vindo a aumentar ao longo dos anos e consequentemente o poder de compra das famílias diminuiu fazendo com que uma subida dos preços de electricidade venha ainda deteriorar a qualidade de vida das populações.

¹⁸ Só a produção de electricidade através termoeléctrica é que é mais poluente que as dos carros. A tendência será de que o processo de produção de electricidade através das energias renováveis terá uma emissão de CO₂ mínima. Levando-nos assim para a questão do uso ou não de energia nuclear visto que ao caminharmos para um mundo em que utiliza cada vez mais energias renováveis, estas não são capazes de fornecer a energia suficiente para sustentar a economia.

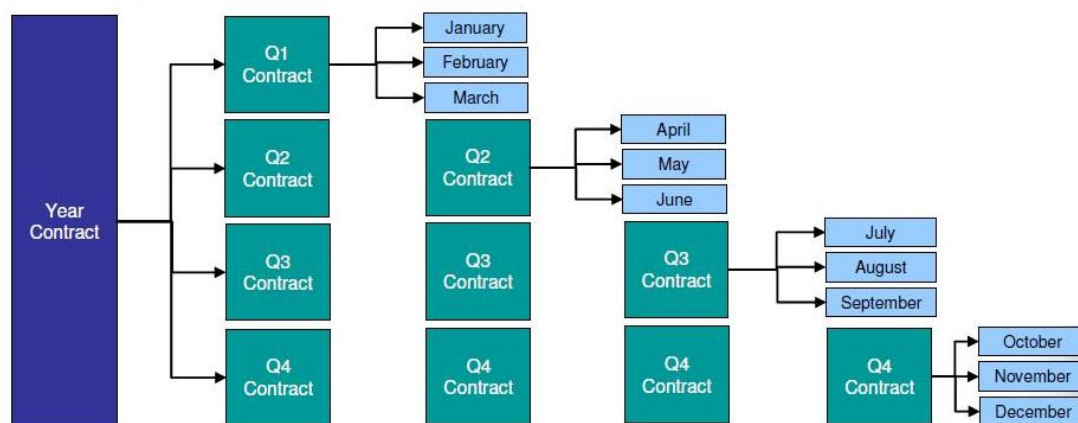
Em relação à indústria, o risco de subida dos preços da electricidade poderia colocar em causa a viabilidade de alguns negócios, em virtude de as margens de lucro, tornarem-se mais pequenas e colocando, dessa forma, os postos de trabalho em questão.

5.4. Vantagens e desvantagens dos futuros de electricidade

O mercado de futuros de electricidade tem algumas especificidades, que já foram referidas anteriormente, que tornam este tipo de instrumento financeiro atractivo para alguns agentes económicos.

O surgimento do mercado de futuros de electricidade possibilita aos diferentes tipos de entidades estabilizarem os seus custos ao longo do ano (Cao *et al.*, 2004), tendo assim uma forma de prever os seus custos. Desta forma evitam que uma subida dos preços da electricidade venha colocar em causa a viabilidade dos negócios ou investimentos que possam ter sido realizados quando os preços da electricidade eram mais baixos.

Uma das especificidades dos futuros sobre a electricidade reside no facto de ser possível fazer a decomposição dos contratos, isto é, por exemplo ao adquirir um contrato para daqui a um ano posso dividi-lo quatro trimestrais, doze mensais, cinquenta e duas semanais, 365 contratos diários, ou até mesmo posso ter contratos para uma determinada hora do dia, fazendo desta forma com que sejam satisfeitas todas as necessidades dos clientes como podemos ver no esquema seguinte (Gráfico 2-19).



Fonte: Esteves, P. (2009)

Gráfico 2-19: Exemplo da decomposição de contratos (*cascading*)

Este desdobramento dos contratos é possível devido ao facto dos futuros sobre a electricidade, em virtude de não ser possível armazenar, pressuporem a entrega física de electricidade durante um determinado período de tempo em contínuo, tendo o cliente final de decidir a quantidade que pretende por hora.

No entanto, também ostenta algumas limitações que serão explicadas de seguida. O principal inconveniente deste instrumento financeiro (futuros sobre a electricidade) reside no facto de as posições serem tomadas com base em expectativas, quando estas poderão (hipoteticamente) não se confirmar e assim colocar em causa os rendimentos que se esperava receber.

Outra desvantagem associada à utilização de futuros de electricidade prende-se com o facto da rede eléctrica ter limitação de capacidade de transporte entre Portugal e Espanha o que dá origem a que o número de contratos seja limitado, o que dá origem a que existam períodos de tempo em que os preços se tornem elevados devido à procura de electricidade ser superior à oferta desta.

Finalmente, um outro aspecto a ter em conta em relação a estes derivados prende-se com uma especificidade da electricidade que é a impossibilidade de armazenamento da electricidade em termos económicos impossibilitando desta forma aos especuladores criarem meios para obterem oportunidades de arbitragem em termos temporais.

III. Evidência empírica

1. Metodologia

Para a análise e compreensão dos preços dos futuros de energia eléctrica, partimos de uma breve exposição das características do preço da electricidade, para, de seguida, propormos um modelo da dinâmica do preço *spot* dos futuros e da volatilidade da electricidade no mercado ibérico.

Dado que estamos a tratar de séries temporais estacionárias, isto é, de sucessões cronológicas que apresentam tendência neutra, não apresentam movimentos estritamente periódicos e a variância encontra-se estabilizada ao longo do período de observação (Muller e Costa, 2009), podemos propor diferentes modelos para explicar o comportamento do preço dos futuros, dos prémios dos futuros, como sejam o modelo *Autoregressive* (AR), o modelo *Moving Average* (MA) ou o modelo *Autoregressive Moving Average* (ARMA) (Peixoto, 2005).

Um modelo MA, segundo Peixoto (2005), é definido por:

$$Y_t = \alpha + \varepsilon_t + \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_{t-2} + \dots + \varepsilon_{t-q}$$

onde ε_t representa uma sequência independente e identicamente distribuída (iid) com média zero e variância σ^2 . Assim, o processo de média móvel representa em Y_t uma média ponderada dos termos ε_{t-k} para $k = 0, \dots, q$. De forma sucinta, os erros ocorridos anteriormente conseguem explicar algo no presente.

Outra forma de explicar o comportamento dos futuros é através do AR, isto é, um processo em que os erros são ruído branco estacionário, e em que a variável explicativa

é explicada pelos momentos anteriores dessa mesma variável (Murteira, Muller e Turkman, 1993), por outras palavras, o que acontece hoje é explicado pelo que aconteceu no passado. Um modelo AR é definido por:

$$Y_t = \alpha + \beta_t + \beta_{t-1} + \beta_{t-2} + \dots + \beta_{t-q} + \varepsilon_t$$

Por fim, um modelo que pode ser utilizado para explicar o comportamento dos derivados deste trabalho é uma combinação dos dois modelos anteriores - o ARMA. Podem existir casos em que a utilização de modelos só AR ou MA dá origem à utilização de um número elevado de parâmetros. Assim, “os processos mistos autoregressivos e médias móveis surgem então como modelos parcimoniosos (com poucos parâmetros) mas de elevadas potencialidades” (Murteira, Muller, Turkman, 1993:66). Um modelo ARMA é definido por:

$$Y_t = \alpha + \beta_t + \beta_{t-1} + \beta_{t-2} + \dots + \beta_{t-q} + \varepsilon_t + \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_{t-2} + \dots + \varepsilon_{t-q}$$

Para a análise de sucessões cronológicas é necessário assegurar que esta se encontra estacionarizada, o que é feito “através de sucessivas transformações, até se conseguir a estabilização da variância, a neutralização da tendência e a eliminação de movimentos estritamente periódicos” (Murteira, Muller, Turkman, 1993:98). As transformações mais usuais são a diferenciação simples e a sazonal, que têm como objectivo a neutralização da tendência da sucessão.

Para a estimação de um processo ARMA é necessário que seja um processo estável, logo existem restrições quanto ao número de parâmetros. Como forma de identificar o tipo de modelo ARMA que se está a estudar é necessário recorrer aos correlogramas,

através da análise da Função de Auto Correlação [FAC] e da Função de Auto Correlação Parcial [FACP] (Peixoto, 2005).

A FAC tem como objectivo testar a significância individual dos parâmetros do modelo em questão. Por sua vez, a FACP avalia a correlação que existe entre os n períodos de observações das séries temporais depois de ter testado as correlações individuais de cada observação da amostra, ou seja, é a correlação entre o momento presente e um momento no passado depois de ter sido retirado o efeito dos períodos intermédios (Peixoto, 2005).

Com base na Tabela 3-1, pode-se identificar o tipo de modelo que melhor replica o comportamento da série que se está a estudar através da análise dos correlogramas da FAC e FACP.

Tabela 3-1: Características padrão de cada modelo

	AR (p)	MA (q)	ARMA (p,q)
FAC	Decaimento exponencial e/ou sinusoidal para zero	Decaimento brusco para zero a partir de $k=q+1$	Decaimento exponencial e/ou sinusoidal para zero
FACP	Decaimento brusco para zero a partir de $k=p+1$	Decaimento exponencial e/ou sinusoidal para zero	Decaimento exponencial e/ou sinusoidal para zero

Fonte: Muller e Costa (2009)

Depois de identificado o modelo, é necessário avaliar os resultados obtidos com esse modelo, isto é, observar a qualidade da estimação através da significância estatística dos parâmetros assim como a análise dos coeficientes e dos resíduos. Em

relação a esta análise, devemos ter em conta os resultados dos testes de Kendal e Stuart, Ljung-Box e Jenkins e Daniels.

O primeiro teste tem como objectivo testar a significância individual dos parâmetros em termos de FAC, isto é, verificar se existem valores que ultrapassam as barras de significância. O segundo tem como meta avaliar a significância conjunta dos parâmetros com base no último valor *Q-Statistic* da tabela, averiguando se o valor deste é superior ao nível de significância de 5%. No que concerne ao teste de Jenkins e Daniels, este visa aferir se existe auto correlação parcial entre os diversos parâmetros podendo ser observado através das barras de significância da FACP.

Na economia podemos deparar-nos com períodos em que a volatilidade é elevada e noutros em que é reduzida (Costa e Muller, 2009), um exemplo onde isto acontece muitas vezes é nas taxas de câmbio. Torna-se importante, em termos financeiros, compreender a volatilidade condicionada, isto é, saber como se comporta a rendibilidade dado que se comportou de uma determinada forma até determinado momento.

Um processo X_t diz-se um processo de heterocedasticidade condicional autoregressiva de ordem q , ARCH (q), se:

$$X_t = \varepsilon_t \cdot (\alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q X_{t-q}^2)^{1/2},$$

Onde ε_t são variáveis aleatórias iid de valor médio nulo e variância unitária, e os parâmetros são tais que, $\alpha_0 > 0$ e $\alpha_i \geq 0$ $i = 1, 2, \dots, q$. (Muller e Costa).

É possível identificar a ordem q de um processo ARCH através de um teste sobre a hipótese nula, com base na análise da FAC e FACP do processo X_t^2 ,

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_q = 0$$

Quando não é aceite esta hipótese, significa que estamos perante um efeito ARCH num ruído branco. Por forma a avaliarmos a qualidade do efeito ARCH, determinado anteriormente, é necessário em primeiro lugar verificar a significância estatística dos parâmetros, assim como avaliar se ε_t é ruído branco. O passo seguinte, será avaliar se ε_t está desprovido do efeito ARCH. Isto pode ser verificado através da análise da FAC e FACP dos erros ao quadrado (ε_t^2) e do teste ARCH LM que permite testar se $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_q = 0$. Por fim, é necessário realizar o teste de normalidade sobre ε_t através do teste de Bera-Jarque no qual se testa a $H_0 = \text{assimetria} = 0$.

Podemos generalizar o modelo ARCH com a condição:

$$X_t = \varepsilon_t \sigma_t, \text{ com } \sigma_t = (\alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q X_{t-q}^2 + \delta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \delta_p \sigma_{t-p}^2)^{1/2},$$

Onde ε_t são variáveis iid de valor médio zero e variância 1, e os parâmetros são tais que, $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$ $i = 1, 2, \dots, q$ e $\delta_i \geq 0$ $i = 1, 2, \dots, p$. Então pode-se dizer que σ_t representa a variância condicionada do processo GARCH (Muller e Costa, 2009).

“A opção por modelos ARCH e GARCH para descrever de modo analítico o comportamento do preço é motivada pelas características da série de preços *spot* do mercado diário e pelas propriedades teóricas verificadas por esses modelos” (Silva e Soares, 2003:3).

Os modelos GARCH captam melhor as alterações da volatilidade condicionada dos preços do mercado de electricidade (Hadsell e Shawky, 2007).

2. Caracterização da amostra

Para analisar o comportamento dos futuros de electricidade no MIBEL procedeu-se à recolha de dados referentes aos preços dos futuros do tipo base¹⁹ (com diferentes maturidades – semanal e mensal), e aos preços da electricidade no mercado do dia seguinte (*spot*) no período compreendido entre 1 de Julho de 2007 e 31 de Dezembro de 2010. Doravante será utilizado o termo preços *spot* quando nos referirmos ao mercado de electricidade a entregar no dia seguinte. Tanto os preços dos contratos mensais como os semanais foram obtidos através da média dos preços diária dos futuros durante o período que estes estiveram em negociação. Em relação aos preços *spot* estes foram obtidos através da média das 24 horas de cada dia. Os dados relativos aos preços dos futuros foram obtidos através da OMIP e os relativos aos preços *spot* através da OMEL, nos respectivos *sites*, em ambos os casos os dados foram trabalhados através do *software E-Views*, bem como do *Microsoft Excel*.

A análise é realizada em duas bases: (1) mensal; (2) e semanal. Por conseguinte, foram consideradas duas amostras diferentes: a amostra mensal é composta por 42 observações e a semanal por 182 observações. Foi analisado de igual modo o preço *spot* no mercado português e espanhol, sendo a amostra de 1.281 observações. A unidade de medida utilizada nos contratos de futuros é euros por Megawatt por hora (€/Mwh),

¹⁹ Por contratos de electricidade do tipo base entende-se contratos de fornecimento de electricidade durante as 24 horas do dia. No entanto existem também contratos de electricidade do tipo *peak* nos quais é garantido o fornecimento de electricidade durante o período entre as 8 horas e as 20 horas de cada dia.

sendo que cada contrato garante o fornecimento de 1 Mwh de electricidade (Esteves, 2009; Ficha técnica (ver Tabela 5 dos Anexos).

De forma a assegurar a comparabilidade dos dados restringiu-se a mesma aos contratos com maturidade entre as datas referidas, uma vez que com a evolução do tempo vão surgindo novos contratos.

3. Análise e discussão de resultados

Adoptou-se a lógica mensal-semanal, uma vez que no mercado organizado, os contratos de futuros de electricidade mensais são os mais procurados pelas diferentes entidades aceites à negociação no MIBEL, sendo por este motivo os mais líquidos.

a. Base mensal

É importante referir que o MIBEL tem assistido a uma evolução muito significativa em termos de contratos de futuros mensais negociados, em que se passou de 22 contratos, em Julho de 2007, para 1092, em Dezembro de 2010 (ver Tabela 6 dos Anexos). Uma das possíveis explicações para o número reduzido de contratos negociados poderá prender-se com o facto, de inicialmente, no MIBEL, estar vedado o acesso a empresas financeiras devido ao receio de que estas poderiam criar instabilidade no mercado²⁰, mas com o decorrer do tempo foi sendo aberto a possibilidade de acesso a estas entidades vindo elas criar maior liquidez. Contrariamente ao que a teoria financeira diz, o MIBEL apresenta maior número de transacções no mercado OTC do

²⁰ Segundo Silva (2003:22) “a falência da ENRON...despertou receios de que o mercado concorrencial pode ser politicamente instável, pelo menos, sem um desenho e regulação cuidadosos”. Outro aspecto a ter em conta para a não entrada de empresas financeiras foi o facto de no verão de 2003, em vários países, ter ocorrido “apagões” devido a aspectos ligados à transmissão e à falta de capacidade das interligações.

que no mercado organizado (ver Tabela 7 dos Anexos), isto é, maior liquidez, o que poderá ser explicado pelas relações já existentes entre os diversos participantes, o que vem confirmar o que foi dito, para o mercado grossista, no estudo realizado por The Moffatt Associates Partnership (2008). Em termos de volume de transacções, em MWh, inicialmente eram 16.386 MWh correspondendo ao montante acumulado de 821.376€, passando, em Dezembro de 2010, a ser transaccionados 812.448 MWh, o que equivale a 36.156.465€.

PREÇOS FUTUROS

No que concerne ao preço dos futuros mensais de electricidade negociados entre Julho de 2007 e Dezembro de 2010, podemos constatar que estes apresentam uma média de 48,38 €/MWh e desvio-padrão 11,53€/MWh. O valor mínimo registado foi de 32,37 €/MWh em Abril de 2010 e o máximo ocorreu em Novembro de 2008, com 72,44 €/MWh (Gráficos 3-1 e 3-2).

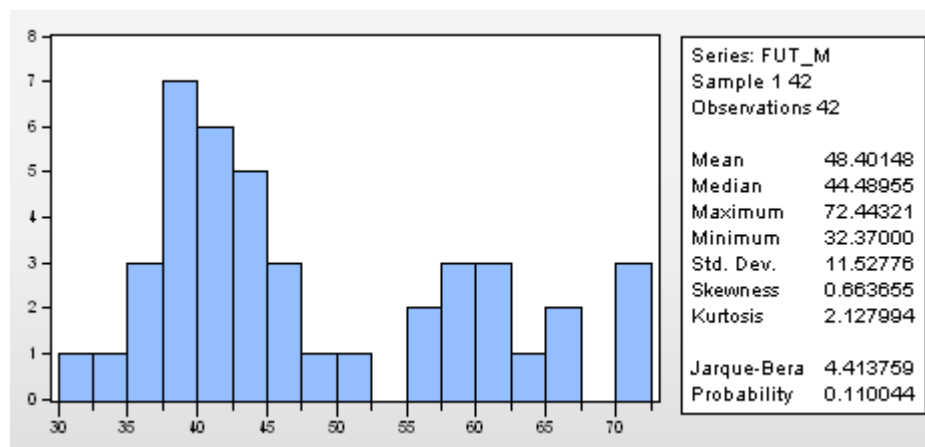


Gráfico 3-1: Histograma dos preços dos futuros mensais do MIBEL (1/7/2007 a 31/12/2010)

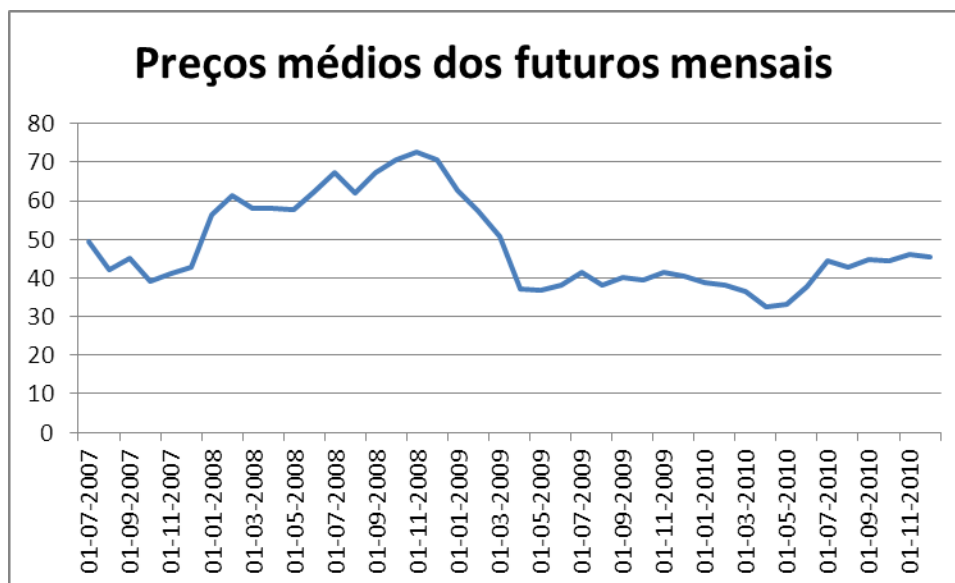


Gráfico 3-2: Evolução dos preços médios dos futuros mensais (1/7/2007 a 31/12/2010)

Procedemos agora ao estudo do comportamento dos preços dos futuros mensais no mercado ibérico, os quais foram determinados através da média aritmética simples dos preços diários de negociação ao longo do período até à sua maturidade.

No que concerne aos derivados sobre a electricidade, na maior parte dos casos estudados, apresentam características que são comuns a todos os mercados: a elevada volatilidade e a existência de sazonalidade. Como tal, iremos verificar se o MIBEL também apresenta essas características.

Começando com a análise da existência de sazonalidade nos contratos de futuros mensais sobre a electricidade, é necessário primeiramente fazer a diferenciação da série (Gráfico 3-3) e depois elaborar o correlograma da mesma com o objectivo de obter uma série estacionária o que permite analisar os erros e estimar um modelo.

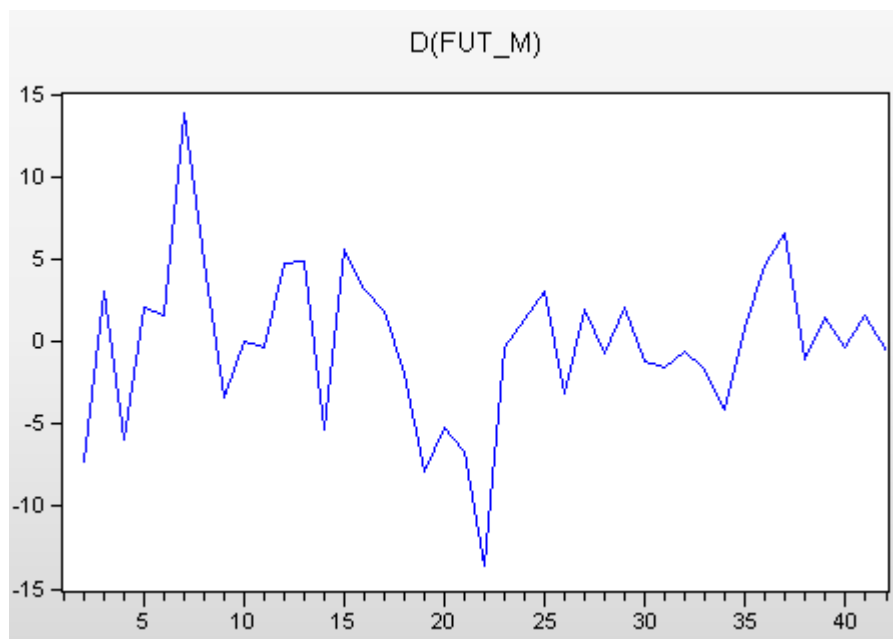


Gráfico 3-3: Comportamento dos preços futuros mensais diferenciados [d(fut_m)]
(1/7/2007 a 31/12/2010)

Como podemos observar no Gráfico 3-4, o correlograma obtido mostra que a série é estacionária (a série apresenta características de um ruído branco), pois as barras de significância da FAC e FACP não apresentam valores fora destas, em particular nos momentos 12, 24 ou 36, significando desta forma a não existência de sazonalidade mensal, isto é, ao longo do ano não existem meses que tenham preços tendencialmente superiores ou inferiores em relação aos restantes. Seria de esperar que existisse uma maior procura, e consequente subida dos preços, face às condições climatéricas, mais adversas em determinados meses, pelo que a oferta adequa-se aos níveis de procura.

Date: 01/31/11 Time: 14:49
Sample: 1 42
Included observations: 41







































Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.233	0.233	2.3994	0.121
		2	0.137	0.088	3.2514	0.197
		3	-0.090	-0.149	3.6247	0.305
		4	0.008	0.051	3.6279	0.459
		5	-0.049	-0.033	3.7439	0.587
		6	-0.173	-0.194	5.2571	0.511
		7	-0.159	-0.070	6.5692	0.475
		8	0.108	0.224	7.1868	0.517
		9	-0.042	-0.151	7.2817	0.608
		10	0.018	-0.016	7.3007	0.697
		11	-0.125	-0.052	8.2184	0.694
		12	0.108	0.108	8.9297	0.709
		13	-0.110	-0.221	9.6901	0.719
		14	-0.239	-0.229	13.432	0.493
		15	-0.335	-0.167	21.032	0.136
		16	-0.081	0.020	21.498	0.160
		17	0.007	0.003	21.502	0.205
		18	0.028	-0.043	21.560	0.252
		19	-0.067	-0.065	21.921	0.288
		20	0.155	0.050	23.942	0.245

Gráfico 3-4: Correlograma da série de preços futuros mensais diferenciada do MIBEL
[d(fut_m)]

Procedendo à análise da volatilidade pode-se verificar, através dos cálculos efectuados no *Excel*, que nos três anos e meio do estudo os contratos de futuros de electricidade com entrega durante um mês apresenta uma volatilidade anual de 34,35%, mas para a obter de uma forma mais rigorosa é necessário recorrer ao *E-views*. Como o correlograma da série dos preços futuros mensais apresenta um comportamento semelhante a um ruído branco então é necessário analisar o comportamento da média, *c*. Como se pode observar nos *outputs* seguintes os resultados destes indicam que não existe heterocedasticidade condicional, como é observável através da FAC e FACP dos correlograma dos resíduos (Tabela 3-3 e 3-4). De forma a confirmar os resultados obtidos calculou-se o teste de normalidade em que a *kurtosis* está próxima de 3 e a

skewness próxima de 0 (Gráfico 3-1) o que indica que as observações são independentes, significando que as primeiras diferenças têm um comportamento de ruído branco. Isto significa que a série original dos preços dos futuros mensais de electricidade comporta-se como um passeio aleatório.

Tabela 3-2: Qualidade da estimação de c dos contratos de futuros mensais

Dependent Variable: D(FUT_M)				
Method: Least Squares				
Date: 02/18/11 Time: 15:46				
Sample (adjusted): 2 42				
Included observations: 41 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.093180	0.738829	-0.126118	0.9003
R-squared	0.000000	Mean dependent var	-0.093180	
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var	4.730814	
S.E. of regression	4.730814	Akaike info criterion	5.970159	
Sum squared resid	895.2239	Schwarz criterion	6.011954	
Log likelihood	-121.3883	Hannan-Quinn criter.	5.985379	
Durbin-Watson stat	1.476023			

Tabela 3-3: Análise dos resíduos da série dos preços futuros mensais [d(fut_m)]

Date: 02/18/11 Time: 16:13
Sample: 2 42
Included observations: 41

















































































Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.233	0.233	2.3994	0.121
		2 0.137	0.088	3.2514	0.197
		3 -0.090	-0.149	3.6247	0.305
		4 0.008	0.051	3.6279	0.459
		5 -0.049	-0.033	3.7439	0.587
		6 -0.173	-0.194	5.2571	0.511
		7 -0.159	-0.070	6.5692	0.475
		8 0.108	0.224	7.1868	0.517
		9 -0.042	-0.151	7.2817	0.608
		10 0.018	-0.016	7.3007	0.697
		11 -0.125	-0.052	8.2184	0.694
		12 0.108	0.108	8.9297	0.709
		13 -0.110	-0.221	9.6901	0.719
		14 -0.239	-0.229	13.432	0.493
		15 -0.335	-0.167	21.032	0.136
		16 -0.081	0.020	21.498	0.160
		17 0.007	0.003	21.502	0.205
		18 0.028	-0.043	21.560	0.252
		19 -0.067	-0.065	21.921	0.288
		20 0.155	0.050	23.942	0.245

Tabela 3-4: Análise dos resíduos ao quadrado da série dos preços futuros mensais

[d(fut_m)]

Date: 02/18/11 Time: 16:13
Sample: 2 42
Included observations: 41

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.032	0.032	0.0448	0.832
		2 -0.052	-0.053	0.1678	0.920
		3 0.067	0.070	0.3735	0.946
		4 -0.139	-0.148	1.2990	0.862
		5 0.029	0.050	1.3407	0.931
		6 -0.010	-0.037	1.3462	0.969
		7 0.052	0.083	1.4860	0.983
		8 0.011	-0.028	1.4927	0.993
		9 -0.066	-0.042	1.7340	0.995
		10 -0.080	-0.098	2.0952	0.996
		11 -0.118	-0.097	2.9068	0.992
		12 0.065	0.069	3.1653	0.994
		13 -0.043	-0.068	3.2824	0.997
		14 0.069	0.086	3.5971	0.997
		15 0.493	0.471	20.054	0.170
		16 -0.139	-0.178	21.422	0.163
		17 -0.080	-0.042	21.896	0.189
		18 -0.009	-0.077	21.903	0.236
		19 -0.097	0.017	22.654	0.253
		20 -0.028	-0.156	22.720	0.303

b. Base semanal

Pelo facto da amostra dos preços dos futuros mensais ser reduzida (42 observações), achou-se interessante estudar o comportamento dos preços dos futuros de electricidade numa base semanal, contando agora com 182 observações. Desta forma, recorreu-se ao mesmo método utilizado no cálculo dos preços dos futuros mensais para agora obter os preços dos futuros semanais de electricidade - a média aritmética simples.

Tendo por base o histograma abaixo (Gráfico 3-5), é possível verificar que a média dos preços dos futuros mensais é de 47,09€/MWh com um desvio-padrão de 13,24€/MWh. Os preços distribuíram-se entre 73,81€/MWh na 38ª semana de 2008 e 25,03€/MWh na 12ª semana de 2010.

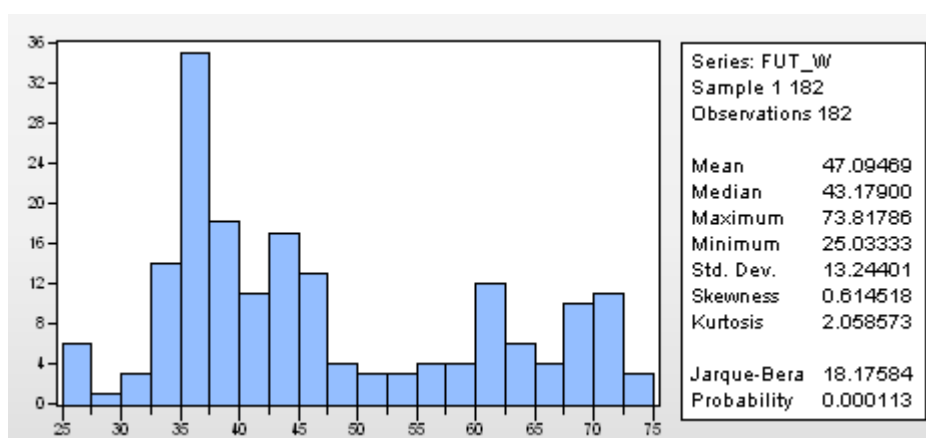


Gráfico 3-5: Histograma dos preços dos futuros semanais do MIBEL (1/7/2007 a 31/12/2010)

No que respeita à procura/liquidez destes contratos verifica-se que este tipo de contratos são os que apresentam menor procura sendo que no universo até à data de 31/12/2010 apenas tinham sido transaccionados 412 contratos equivalendo a um volume

de negócios pouco superior a 3.160.718€, mas mais de metade das transacções foram realizadas no último semestre de 2010 (ver Tabela 8 dos Anexos).

Da mesma forma como foi testado anteriormente, em relação à existência de sazonalidade verificamos através da análise gráfica da série dos preços dos futuros semanais diferenciada que não existe sazonalidade, isto é, não existem indícios de que existam movimentos periódicos em termos futuros semanais (Gráfico 3-6). Mas para complementar a análise é necessário verificar o correlograma da série semanal, o qual permite verificar que não existe sazonalidade do tipo semanal, em virtude do correlograma da tabela não apresentar valores fora das barras de significância de uma forma periódica. Apenas indicando-nos que os preços dos futuros semanais são autocorrelacionados (Tabela 3-5).

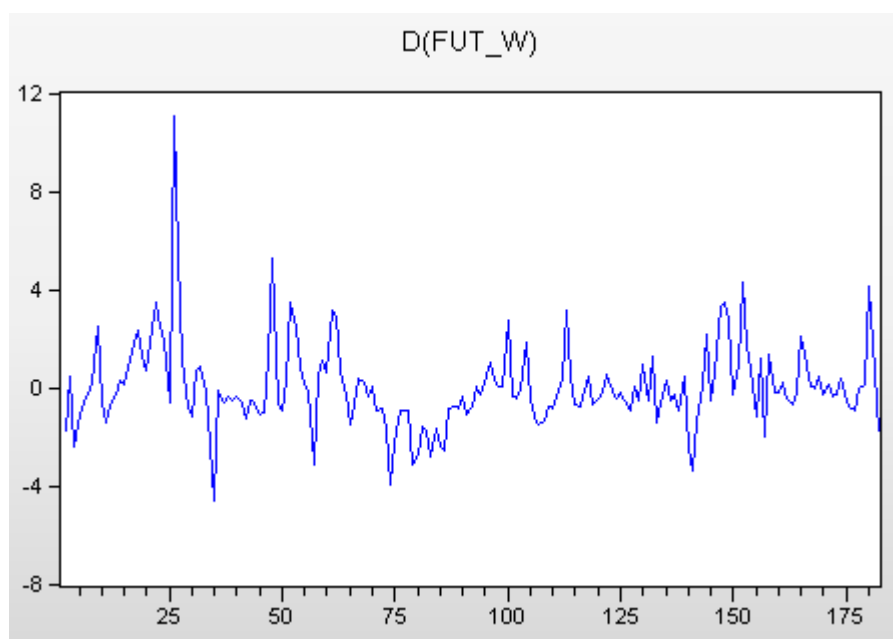




























































Gráfico 3-6: Comportamento dos preços futuros semanais diferenciados [d(fut_w)]

(1/7/2007 a 31/12/2010)

Tabela 3-5: Correlograma da série de preços futuros semanais do MIBEL [d(fut_w)]

Date: 02/04/11 Time: 17:09
Sample: 1 182
Included observations: 181

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.445	0.445	36.480	0.000
		2	0.189	-0.012	43.059	0.000
		3	0.138	0.073	46.620	0.000
		4	0.242	0.195	57.562	0.000
		5	0.251	0.087	69.451	0.000
		6	0.130	-0.044	72.661	0.000
		7	0.057	-0.013	73.286	0.000
		8	0.042	-0.020	73.620	0.000
		9	0.053	-0.015	74.165	0.000
		10	0.038	-0.014	74.452	0.000
		11	-0.081	-0.130	75.732	0.000
		12	-0.086	-0.011	77.189	0.000
		13	-0.100	-0.067	79.162	0.000
		14	-0.032	0.041	79.363	0.000
		15	-0.056	-0.025	79.983	0.000
		16	-0.102	-0.030	82.063	0.000
		17	-0.053	0.064	82.634	0.000
		18	-0.122	-0.122	85.665	0.000
		19	-0.117	-0.025	88.485	0.000
		20	-0.103	-0.007	90.649	0.000
		21	-0.045	0.035	91.067	0.000
		22	0.018	0.067	91.134	0.000
		23	-0.109	-0.136	93.628	0.000
		24	-0.108	-0.003	96.066	0.000
		25	-0.056	0.023	96.743	0.000
		26	0.012	0.015	96.773	0.000
		27	-0.042	-0.068	97.157	0.000
		28	-0.009	0.103	97.176	0.000
		29	0.013	-0.005	97.211	0.000
		30	0.035	0.017	97.480	0.000
		31	0.017	-0.041	97.545	0.000
		32	0.057	0.076	98.262	0.000
		33	0.058	0.032	99.008	0.000
		34	0.105	0.042	101.52	0.000
		35	0.155	0.110	106.96	0.000
		36	0.123	-0.043	110.39	0.000

Analisando agora o comportamento dos preços dos contratos semanais em termos de volatilidade, com recurso ao *Excel* calculou-se a volatilidade dos preços de futuros semanais no qual se obteve resultados de 27,34% de volatilidade anual, mas recorrendo

ao *E-Views* para obter um modelo para a volatilidade, o que pareceu mais adequado foi um modelo em que os erros são explicados por ARCH (1) e a média por AR (1), AR (2), AR (4), AR (5), MA (4) e MA (13), como pode ser verificado através dos *outputs* seguintes (Tabela 3-6).

Tabela 3-6: Qualidade da estimação do modelo ARCH (1)









































































Dependent Variable: D(FUT_W)				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Date: 02/17/11 Time: 16:36				
Sample (adjusted): 7 182				
Included observations: 176 after adjustments				
Convergence achieved after 45 iterations				
MA Backcast: -6 6				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(7) + C(8)*RESID(-1)^2				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.841579	0.079297	10.61293	0.0000
AR(2)	-0.186721	0.041453	-4.504403	0.0000
AR(4)	0.896806	0.035760	25.07829	0.0000
AR(5)	-0.558790	0.066205	-8.440263	0.0000
MA(4)	-0.859899	0.031731	-27.09941	0.0000
MA(13)	-0.140020	0.023681	-5.912772	0.0000
Variance Equation				
C	0.847059	0.108374	7.816077	0.0000
RESID(-1)^2	0.980471	0.178224	5.501351	0.0000
R-squared	0.124028	Mean dependent var		0.060985
Adjusted R-squared	0.098264	S.D. dependent var		1.786735
S.E. of regression	1.696680	Akaike info criterion		3.561827
Sum squared resid	489.3828	Schwarz criterion		3.705939
Log likelihood	-305.4407	Hannan-Quinn criter.		3.620278
Durbin-Watson stat	2.655831			
Inverted AR Roots	.99	.64	.06+.98i	.06-.98i
	-.92			
Inverted MA Roots	1.00	.74-.31i	.74+.31i	.42+.67i
	.42-.67i	.04-.98i	.04+.98i	-.20-.81i
	-.20+.81i	-.60+.51i	-.60-.51i	-.90-.08i
	-.90+.08i			

Com o correlograma dos resíduos (Tabela 3-7), procura-se modelar a média. Uma vez que não apresenta valores fora das barras de significância e o teste de Ljung-Box é

superior a 0,05 ($35,471 > 0,05$), não rejeitamos a hipótese nula, o que significa que os resíduos não são estatisticamente relevantes.

Tabela 3-7: Análise dos resíduos da série dos preços futuros semanais [d(fut_w)]

Date: 02/17/11 Time: 16:38
Sample: 7 182
Included observations: 176
Q-statistic probabilities adjusted for 6 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.114	-0.114	2.3145	
		2 -0.058	-0.072	2.9240	
		3 -0.015	-0.030	2.9628	
		4 0.090	0.082	4.4367	
		5 -0.053	-0.035	4.9432	
		6 0.029	0.030	5.0959	
		7 0.065	0.071	5.8679	0.015
		8 -0.031	-0.021	6.0464	0.049
		9 -0.034	-0.025	6.2685	0.099
		10 -0.005	-0.021	6.2740	0.180
		11 -0.005	-0.022	6.2788	0.280
		12 0.006	0.009	6.2857	0.392
		13 -0.105	-0.110	8.4165	0.297
		14 0.052	0.026	8.9315	0.348
		15 0.078	0.085	10.119	0.341
		16 -0.073	-0.055	11.169	0.345
		17 0.039	0.059	11.467	0.405
		18 -0.085	-0.099	12.903	0.376
		19 -0.015	-0.041	12.947	0.452
		20 0.012	0.028	12.979	0.528
		21 -0.044	-0.087	13.374	0.573
		22 0.091	0.100	15.052	0.521
		23 -0.108	-0.098	17.449	0.424
		24 0.046	0.031	17.891	0.463
		25 -0.093	-0.064	19.688	0.414
		26 0.049	-0.007	20.194	0.446
		27 -0.169	-0.153	26.212	0.198
		28 0.116	0.095	29.069	0.143
		29 0.033	0.013	29.300	0.171
		30 -0.062	-0.039	30.135	0.180
		31 -0.061	-0.054	30.938	0.191
		32 0.103	0.061	33.237	0.155
		33 -0.042	-0.002	33.630	0.177
		34 0.009	0.006	33.649	0.213
		35 0.085	0.106	35.260	0.196
		36 0.031	-0.000	35.471	0.226

Na Tabela 3-8 é realizada a análise dos resíduos quadrados da série de preços dos futuros semanais que tem como objectivo modelar o efeito de heterocedasticidade

condicional, e onde podemos observar que o teste de Ljung-Box tem um valor superior a 0,05 e os valores da FAC e FACP são bem comportados, o que indica que os resíduos ao quadrado não são estatisticamente significativos, apresentando por isso um comportamento de ruído branco.

Tabela 3-8: Análise dos resíduos ao quadrado da série dos preços futuros semanais

[d(fut_w)]

Date: 02/17/11 Time: 16:39

Sample: 7 182

Included observations: 176

Q-statistic probabilities adjusted for 6 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.000	-0.000	4.E-05	
		2 -0.019	-0.019	0.0620	
		3 -0.077	-0.077	1.1312	
		4 0.003	0.002	1.1326	
		5 0.021	0.018	1.2131	
		6 -0.040	-0.046	1.5052	
		7 -0.103	-0.103	3.4622	0.063
		8 0.042	0.044	3.7985	0.150
		9 0.047	0.038	4.2044	0.240
		10 0.051	0.037	4.6975	0.320
		11 -0.089	-0.082	6.2059	0.287
		12 -0.056	-0.048	6.8088	0.339
		13 0.066	0.063	7.6443	0.365
		14 -0.036	-0.059	7.8978	0.444
		15 -0.009	-0.007	7.9121	0.543
		16 -0.026	-0.005	8.0411	0.625
		17 -0.012	-0.018	8.0707	0.707
		18 -0.011	-0.043	8.0964	0.778
		19 -0.083	-0.090	9.4639	0.737
		20 -0.091	-0.080	11.141	0.675
		21 0.027	0.019	11.285	0.732
		22 0.066	0.047	12.176	0.732
		23 0.064	0.038	13.002	0.736
		24 -0.049	-0.037	13.503	0.761
		25 0.021	0.023	13.596	0.807
		26 0.094	0.078	15.436	0.751
		27 0.032	0.025	15.652	0.789
		28 0.023	0.045	15.762	0.828
		29 -0.063	-0.027	16.605	0.828
		30 0.007	0.006	16.615	0.865
		31 0.095	0.064	18.554	0.818
		32 -0.005	-0.006	18.559	0.855
		33 -0.030	-0.004	18.759	0.879
		34 -0.043	-0.027	19.170	0.893
		35 0.083	0.072	20.683	0.870
		36 -0.010	-0.043	20.704	0.897

c. Preços *spot*

Por fim, pretende-se diagnosticar o comportamento dos preços *spot* de electricidade no mercado ibérico, bem como averiguar a existência ou não de sazonalidade nos preços

e a elevada volatilidade. Dado que existem limitações de capacidade na rede de transporte de energia entre Portugal e Espanha, não é possível satisfazer a procura existente, o que origina períodos de “picos” de preços, isto é, diferença de preços entre Espanha e Portugal. Deste modo, os preços são diferentes nos dois mercados e por este motivo temos dividir a análise para cada um deles. Aferimos a partir da Tabela 3-9 que, em média, os preços dos futuros no mercado espanhol são inferiores aos do português, existindo uma correlação muito elevada entre os dois mercados.

Tabela 3-9: Correlação entre preços *spot* dos mercados espanhol e português

	PT_BASE	SP_BASE
PT_BASE	1	0,961841783
SP_BASE	0,961841783	1

Para uma rápida percepção das diferenças entre os dois mercados apresenta-se o Gráfico 3-7, onde apuramos que ao longo do tempo tem havido uma homogeneização dos preços nos mercados português e espanhol.

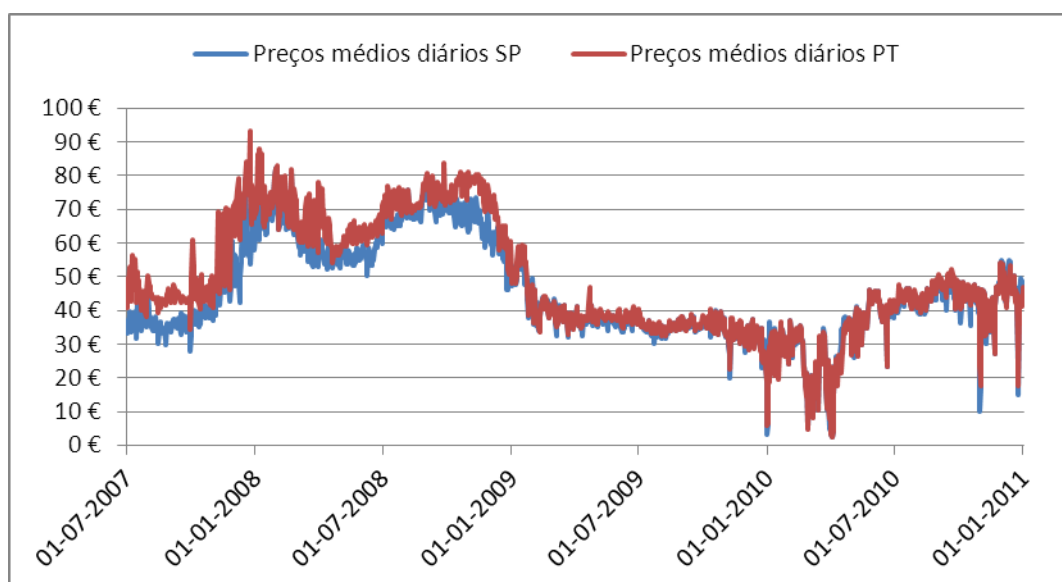


Gráfico 3-7: Evolução dos preços diários dos futuros no mercado português e espanhol

O período de observação continua a ser o mesmo (1 de Julho de 2007 a 31 de Dezembro de 2010) mas a amostra conta agora com 1281 observações diárias. O método utilizado para a determinação do preço *spot* consiste na média aritmética simples dos preços das 24 horas de cada dia.

Os futuros de electricidade no mercado ibérico têm como características específicas: elevada volatilidade, “picos” de preços e sazonalidade nos preços.

Como no mercado *spot* existe o mecanismo de *market splitting* é necessário fazer a análise de cada mercado individualmente, pois os preços verificados nem sempre são iguais e, como tal, podem dar origem a modelos diferentes de explicarem o comportamento destes.

Um dos possíveis motivos para o elevado número de transacções no mercado *spot* em relação aos outros contratos de futuros prende-se com o facto de os contratos semanais e mensais apresentarem, tendencialmente, prémios a pagar por parte dos consumidores e assim estes preferem negociar no mercado *spot* uma vez que está mais perto das suas necessidades e desta forma pagam um prémio menor pela cobertura da sua exposição, não se expondo tanto ao risco de subida ou descida dos preços da electricidade.

Espanha

No que concerne aos preços *spot* do mercado eléctrico espanhol verifica-se que a média dos preços é de 45,58€/MWh, com um desvio-padrão de 14,60€/MWh, tendo os preços oscilado entre 82,13€/MWh no dia 29/1/2008 e 2,47€/MWh no dia 3/4/2010 (Gráfico 3-8).

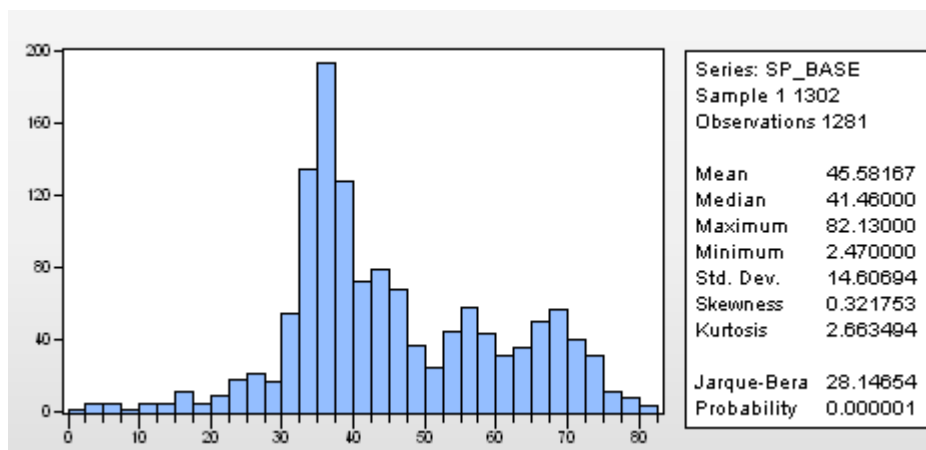


Gráfico 3-8: Estatísticas descritivas dos preços *spot* do mercado espanhol (1/7/2007 a 31/12/2010)

De forma a garantir que a variância da série dos preços *spot* é estável deve-se proceder à diferenciação desta (Gráfico 3-9) com o objectivo de analisar a série dos erros, estimar um modelo e as respectivas previsões.

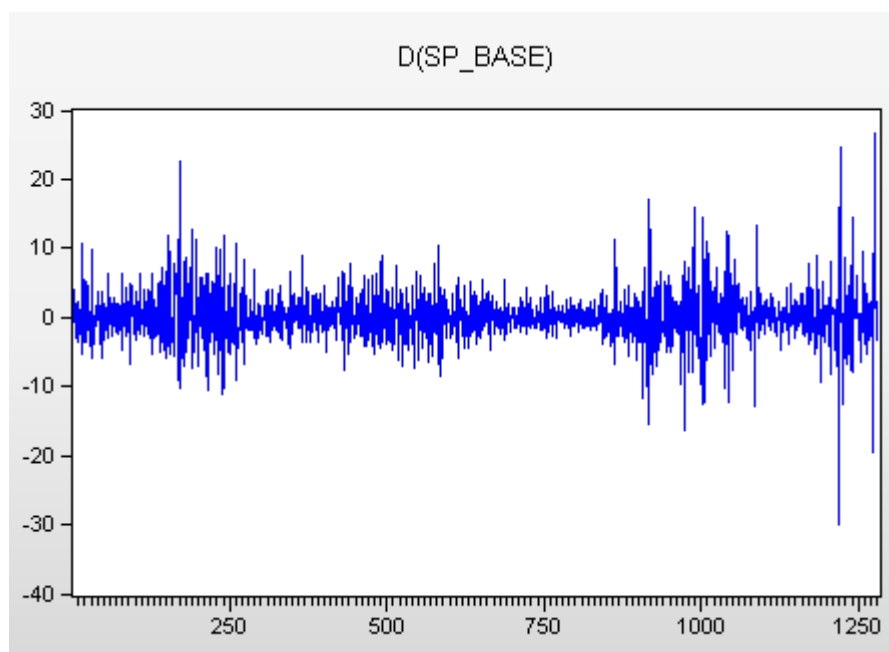










































































Gráfico 3-9: Comportamento dos preços *spot* diferenciado do mercado espanhol entre 1/7/2007 e 31/12/2010

Para demonstrar que existe sazonalidade nos preços *spot* no pólo espanhol temos de recorrer ao correlograma da série dos preços diferenciada e através da análise da FAC e FACP verificar se existem valores fora das barras de significância de forma periódica (Tabela 3-10).

Tabela 3-10: Correlograma da série de preços *spot* do mercado espanhol [d(sp_base)]

Date: 01/31/11 Time: 15:17
Sample: 1 1281
Included observations: 1280

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.159	-0.159	32.282	0.000
		2 -0.210	-0.242	89.128	0.000
		3 -0.089	-0.184	99.323	0.000
		4 0.006	-0.116	99.374	0.000
		5 -0.027	-0.133	100.34	0.000
		6 -0.035	-0.135	101.92	0.000
		7 0.183	0.107	145.19	0.000
		8 -0.065	-0.058	150.65	0.000
		9 -0.050	-0.023	153.86	0.000
		10 -0.003	-0.009	153.86	0.000
		11 0.016	-0.010	154.21	0.000
		12 -0.052	-0.066	157.75	0.000
		13 -0.070	-0.111	164.15	0.000
		14 0.175	0.080	203.76	0.000
		15 -0.052	-0.051	207.22	0.000
		16 -0.054	-0.041	211.02	0.000
		17 0.037	0.025	212.84	0.000
		18 -0.023	-0.054	213.56	0.000
		19 -0.005	-0.006	213.58	0.000
		20 -0.096	-0.110	225.64	0.000
		21 0.231	0.146	294.94	0.000
		22 -0.103	-0.072	308.88	0.000
		23 -0.029	0.016	309.95	0.000
		24 -0.024	-0.047	310.71	0.000
		25 0.033	0.004	312.12	0.000
		26 -0.056	-0.085	316.23	0.000
		27 -0.051	-0.057	319.58	0.000
		28 0.197	0.073	370.53	0.000
		29 -0.042	0.006	372.83	0.000
		30 -0.048	0.008	375.80	0.000
		31 -0.007	0.011	375.86	0.000
		32 0.021	0.015	376.46	0.000
		33 -0.023	-0.001	377.16	0.000
		34 -0.096	-0.074	389.25	0.000
		35 0.199	0.093	441.50	0.000
		36 -0.034	0.002	443.06	0.000

Com base na Tabela acima (Tabela 3-10), pode-se provar que existe sazonalidade de ordem 7, isto é, de sete em sete dias os preços apresentam uma oscilação em relação aos preços dos restantes dias da semana. A existência de sazonalidade é verificada através da análise da FAC, assim como da FACP, que no caso apresenta de sete em sete períodos valores fora das barras de significância. No caso, o sétimo dia representa o domingo, onde se verifica nesse dia da semana a diminuição. Tal facto fica a dever-se, essencialmente, ao encerramento de grande parte da actividade económica ao domingo como podemos observar anteriormente (Gráfico 2-18).

Através da visualização do Gráfico 3-9 pode-se verificar que uma das particularidades das séries financeiras é a existência de *clusters* na volatilidade, isto é, existem períodos de maior variabilidade seguidos de períodos de menor variabilidade.

Como evidência da elevada volatilidade, tem-se, no período em análise, uma oscilação de preços que vai desde os 2,47€/MWh até aos 82,13 e 93,35€/MWh, respectivamente para o mercado espanhol e português, apresentando volatilidades na ordem dos 300% anuais em ambos os mercados. Como consequência da elevada volatilidade deste mercado verifica-se a existência de “picos” de preços. Veja-se um exemplo, no dia 3 de Abril de 2010, os preços por hora sofreram a seguinte oscilação: às 20h valiam 0€, às 22h o preço passou a ser de 25,65€ e na hora seguinte (23h) desvalorizou para menos de metade, 10,6€.

De forma econométrica também se pode provar a existência de elevada volatilidade, sendo necessário estacionarizar a série dos preços *spot* através da diferenciação dos preços. O passo seguinte é encontrar um modelo que explique o comportamento dos preços *spot*, que no caso do mercado espanhol é um modelo do tipo

GARCH (1,1) para explicar os erros e a média comporta-se segundo AR (1), AR (2) SAR (7), MA (1) e SMA (7) (Tabela 3-11).

Tabela 3-11: Qualidade da estimação do modelo GARCH (1,1)

Dependent Variable: D(SP_BASE)				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Date: 01/31/11 Time: 16:50				
Sample (adjusted): 11 1281				
Included observations: 1271 after adjustments				
Convergence achieved after 62 iterations				
MA Backcast: 3 10				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(6) + C(7)*RESID(-1)^2 + C(8)*GARCH(-1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.464754	0.048677	9.547680	0.0000
AR(2)	-0.122654	0.033956	-3.612155	0.0003
SAR(7)	0.990809	0.001621	611.2310	0.0000
MA(1)	-0.748700	0.041275	-18.13922	0.0000
SMA(7)	-0.975884	0.004496	-217.0461	0.0000
Variance Equation				
C	0.059887	0.029130	2.055836	0.0398
RESID(-1)^2	0.139082	0.012161	11.43641	0.0000
GARCH(-1)	0.880641	0.010193	86.39632	0.0000
R-squared	0.263277	Mean dependent var		0.006294
Adjusted R-squared	0.260949	S.D. dependent var		3.974412
S.E. of regression	3.416725	Akaike info criterion		4.962999
Sum squared resid	14779.29	Schwarz criterion		4.995399
Log likelihood	-3145.986	Hannan-Quinn criter.		4.975169
Durbin-Watson stat	1.910160			
Inverted AR Roots	1.00	.62+.78i	.62-.78i	.23+.26i
	.23-.26i	-.22+.97i	-.22-.97i	-.90-.43i
	-.90+.43i			
Inverted MA Roots	1.00	.75	.62+.78i	.62-.78i
	-.22+.97i	-.22-.97i	-.90-.43i	-.90+.43i

O correlograma dos resíduos (Tabela 3-12) tem como objectivo modelar a média, podendo ser observado que tanto a FAC como a FACP são bem comportadas e o teste de Ljung-Box ($35,33 > 0,05$) vem confirmar os resultados anteriores, isto é, os resíduos não são estatisticamente relevantes.

Tabela 3-12: Análise dos resíduos da série dos preços futuros *spot* [d(sp_base)]

Date: 01/31/11 Time: 16:52

Sample: 11 1281

Included observations: 1271

Q-statistic probabilities adjusted for 5 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.008	0.008	0.0777	
		2	0.010	0.010	0.1988	
		3	-0.016	-0.016	0.5339	
		4	-0.002	-0.001	0.5367	
		5	-0.002	-0.002	0.5411	
		6	0.025	0.025	1.3723	0.241
		7	0.036	0.036	3.0283	0.220
		8	-0.031	-0.032	4.2653	0.234
		9	-0.024	-0.024	5.0293	0.284
		10	-0.002	0.001	5.0328	0.412
		11	0.006	0.006	5.0854	0.533
		12	-0.027	-0.029	6.0563	0.533
		13	-0.034	-0.036	7.5176	0.482
		14	0.009	0.010	7.6118	0.574
		15	-0.011	-0.008	7.7702	0.651
		16	-0.012	-0.013	7.9667	0.716
		17	0.003	0.001	7.9749	0.787
		18	0.006	0.006	8.0230	0.842
		19	-0.015	-0.012	8.3323	0.871
		20	-0.048	-0.047	11.275	0.733
		21	0.045	0.042	13.844	0.610
		22	-0.046	-0.046	16.609	0.481
		23	-0.004	-0.005	16.631	0.549
		24	-0.045	-0.045	19.231	0.442
		25	0.025	0.023	20.058	0.454
		26	-0.027	-0.024	21.034	0.457
		27	-0.003	-0.004	21.042	0.518
		28	0.046	0.042	23.828	0.413
		29	0.010	0.011	23.949	0.465
		30	-0.011	-0.010	24.109	0.513
		31	0.020	0.021	24.631	0.540
		32	0.030	0.023	25.814	0.529
		33	0.031	0.032	27.102	0.513
		34	-0.042	-0.046	29.440	0.442
		35	0.056	0.049	33.543	0.299
		36	0.037	0.039	35.338	0.271

Tendo por base a Tabela 3-13 concluímos que o correlograma dos quadrados dos resíduos é um ruído branco, ou seja, este modelo consegue modelar a heterocedasticidade condicional, logo a inferência estatística do modelo não poderia ser posta em causa.

Tabela 3-13: Análise dos resíduos ao quadrado da série dos preços futuros *spot*

[d(sp_base)]

Date: 01/31/11 Time: 16:53

Sample: 11 1281

Included observations: 1271

Q-statistic probabilities adjusted for 5 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.008	-0.008	0.0915	
		2 0.038	0.038	1.9539	
		3 -0.020	-0.020	2.4759	
		4 -0.001	-0.002	2.4764	
		5 -0.022	-0.020	3.0731	
		6 -0.003	-0.003	3.0829	0.079
		7 0.001	0.002	3.0837	0.214
		8 -0.012	-0.013	3.2769	0.351
		9 -0.012	-0.012	3.4587	0.484
		10 -0.020	-0.019	3.9541	0.556
		11 -0.018	-0.018	4.3531	0.629
		12 -0.013	-0.012	4.5640	0.713
		13 -0.014	-0.015	4.8264	0.776
		14 0.050	0.050	8.0933	0.525
		15 -0.009	-0.009	8.2019	0.609
		16 -0.011	-0.016	8.3514	0.682
		17 -0.019	-0.018	8.8370	0.717
		18 -0.005	-0.006	8.8692	0.783
		19 0.000	0.002	8.8693	0.839
		20 -0.011	-0.013	9.0403	0.875
		21 0.005	0.002	9.0730	0.910
		22 -0.001	-0.001	9.0738	0.938
		23 -0.026	-0.028	9.9704	0.933
		24 -0.023	-0.023	10.650	0.935
		25 0.006	0.007	10.694	0.954
		26 -0.010	-0.010	10.832	0.966
		27 -0.023	-0.025	11.537	0.966
		28 0.053	0.048	15.192	0.888
		29 -0.014	-0.013	15.445	0.907
		30 -0.017	-0.022	15.812	0.920
		31 0.003	0.006	15.823	0.940
		32 -0.018	-0.019	16.234	0.948
		33 -0.015	-0.017	16.534	0.957
		34 0.003	0.003	16.544	0.969
		35 0.005	0.002	16.575	0.977
		36 -0.002	-0.004	16.579	0.984

Com base no modelo obtido anteriormente é possível obter uma previsão da função de variância condicionada do GARCH (1,1), isto é, da volatilidade que permite realizar previsão da volatilidade dos preços *spot* de electricidade e do próprio preço *spot*. A

título ilustrativo assume-se que se quer prever os preços *spot* no mercado espanhol para dali a 20 dias.

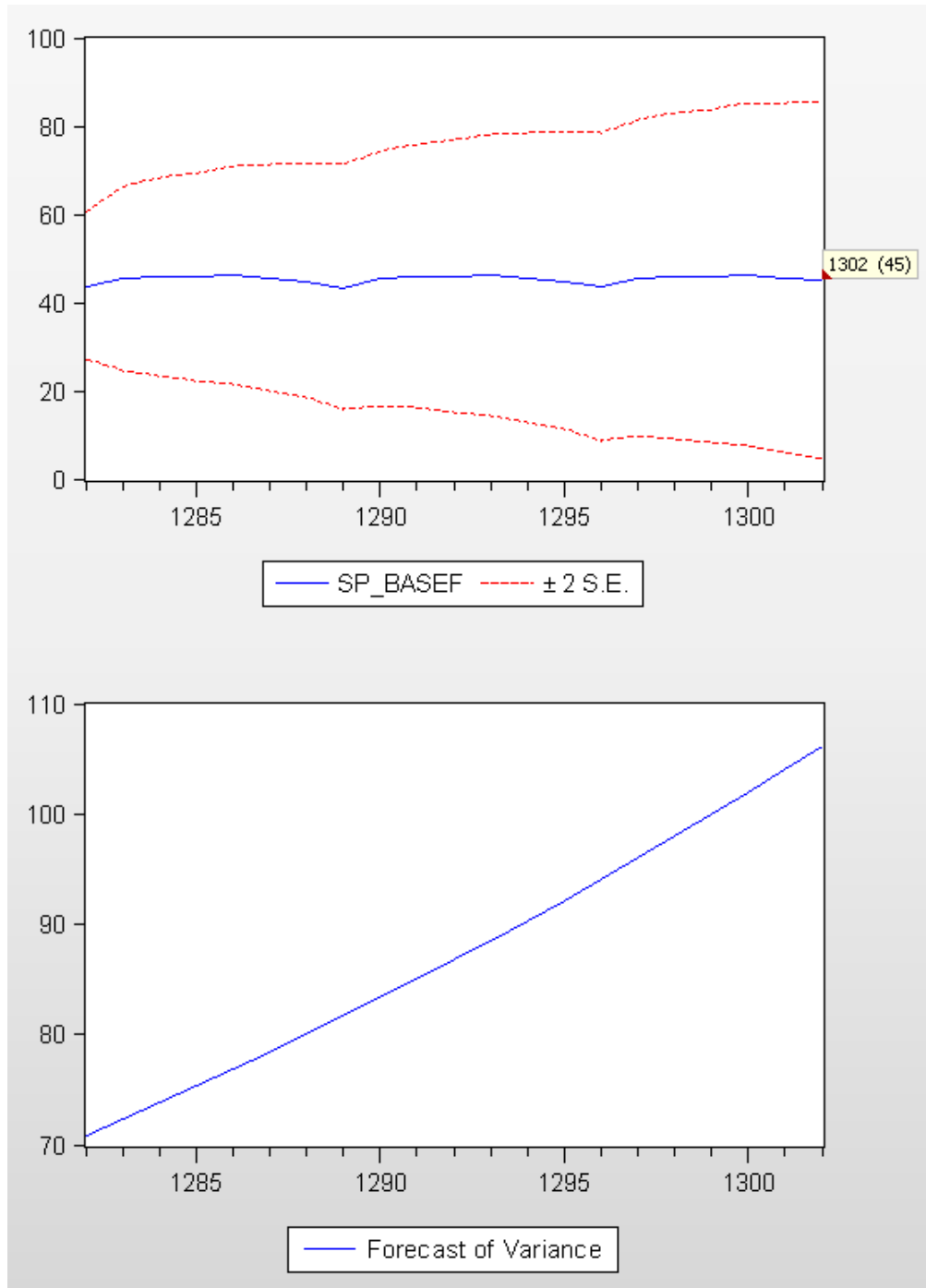


Gráfico 3-10: Previsão para 20 dias da média e respectivos *standart error* e variâncias no mercado espanhol

Os resultados do *output* demonstram que o preço seria de 45€/MWh, um valor próximo da média e uma previsão da variância crescente, isto é, à medida que o horizonte temporal da previsão é maior, superior será o erro de previsão.

Portugal

Realizando uma análise às estatísticas descritivas do mercado português através do histograma seguinte (Gráfico 3-11) verifica-se que a média dos preços no período em análise é de 48,88€/MWh com um desvio-padrão de 16,78€/MWh. É de evidenciar que os preços variaram entre 93,35€/MWh no dia 24/12/2007 e os 2,47€/MWh no dia 3/4/2010.

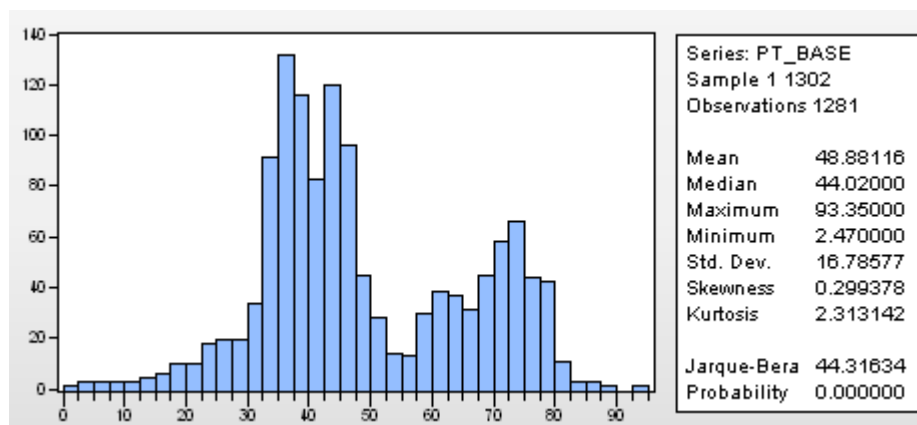


Gráfico 3-11: Estatísticas descritivas dos preços *spot* do mercado português (1/7/2007 a 31/12/2010)

De forma a garantir que a variância da série dos preços *spot* é estacionária deve-se proceder à diferenciação desta (Gráfico 3-12) com o objectivo de analisar a série dos erros, estimar um modelo e as respectivas previsões.

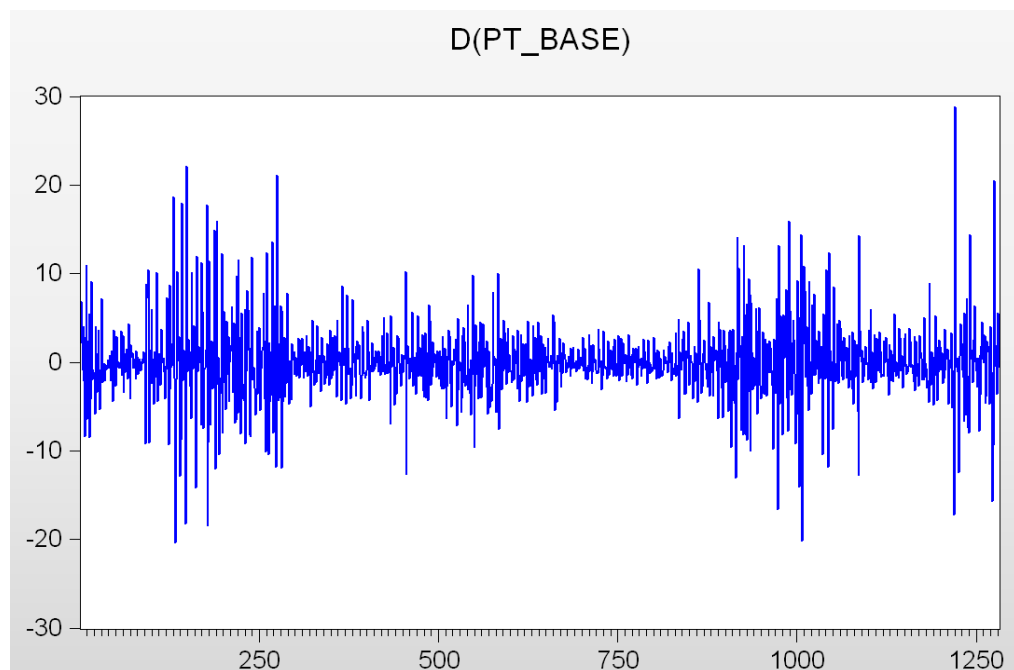




































































Gráfico 3-12: Comportamento dos preços *spot* diferenciado no mercado português
entre 1/7/2007 e 31/12/2010

Depois de assegurada a estacionaridade da série através da diferenciação dos preços *spot* do mercado português, é necessário recorrer ao correlograma para poder verificar se existe sazonalidade nos preços *spot* (Tabela 3-14).

Tabela 3-14: Correlograma da série de preços *spot* do mercado português [d(pt_base)]

(1/7/2007 a 31/12/2010)

Date: 01/31/11 Time: 16:58
Sample: 1 1281
Included observations: 1280

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.161	-0.161	33.068	0.000
		2	-0.252	-0.286	114.86	0.000
		3	-0.076	-0.194	122.20	0.000
		4	0.044	-0.104	124.67	0.000
		5	-0.095	-0.214	136.25	0.000
		6	-0.017	-0.155	136.61	0.000
		7	0.286	0.185	242.27	0.000
		8	-0.072	-0.025	248.99	0.000
		9	-0.139	-0.039	273.83	0.000
		10	0.019	0.024	274.28	0.000
		11	0.034	-0.017	275.79	0.000
		12	-0.125	-0.122	295.86	0.000
		13	-0.037	-0.121	297.63	0.000
		14	0.253	0.086	380.53	0.000
		15	-0.044	-0.026	383.10	0.000
		16	-0.093	0.003	394.32	0.000
		17	0.037	0.050	396.09	0.000
		18	-0.019	-0.045	396.58	0.000
		19	-0.096	-0.049	408.61	0.000
		20	-0.009	-0.053	408.71	0.000
		21	0.241	0.091	484.49	0.000
		22	-0.058	-0.003	488.87	0.000
		23	-0.081	0.027	497.36	0.000
		24	-0.013	-0.020	497.58	0.000
		25	0.012	-0.012	497.76	0.000
		26	-0.112	-0.084	514.17	0.000
		27	-0.011	-0.084	514.32	0.000
		28	0.226	0.046	581.22	0.000
		29	-0.026	0.012	582.08	0.000
		30	-0.092	-0.001	593.22	0.000
		31	-0.001	0.006	593.22	0.000
		32	0.024	0.015	593.96	0.000
		33	-0.081	-0.011	602.68	0.000
		34	-0.043	-0.069	605.12	0.000
		35	0.223	0.068	670.88	0.000
		36	-0.005	0.037	670.91	0.000

No caso do mercado português, este apresenta um comportamento semelhante ao mercado espanhol, em termos de sazonalidade, isto é, de ordem 7, tendo como base o correlograma da série.

Passando a analisar a forma como a volatilidade se comporta é possível observar que esta é elevada (Gráfico 3-12).

Uma consequência da elevada volatilidade dos preços *spot* é a existência natural de “picos” de preços. Desta forma, podemos verificar que no período entre o início do ano de 2010 e o final do mês de Abril do mesmo ano existiram muitos períodos de “picos” de preços, sendo de destacar o dia 3 de Abril de 2010 no qual o preço era de 0€ às 20 horas e duas horas mais tarde era de 25,65€. Pelas 23 horas desse mesmo dia o preço já era de 10,6€, no mercado português. Semelhante situação aconteceu no mercado espanhol no mesmo dia, mas os valores não oscilaram tanto. De forma a reforçar a ideia que este mercado é extremamente volátil optou-se por dividir a amostra por semestres para os dois mercados. Os resultados obtidos revelam que a volatilidade mínima anual foi de 83% no segundo semestre de 2008 e tendo como máximo 663% no primeiro semestre de 2010. A volatilidade superior do 1º semestre de 2010 poderá ser explicada por um período de maior precipitação o que deu origem a uma produção de energia hidráulica superior á oferta existente no mercado e consequentemente os preços apresentaram descidas muito abruptas. É de salientar que, o mercado português apresenta, normalmente, maior volatilidade face ao congénere espanhol (Tabela 3-15).

Tabela 3-15: Análise da volatilidade no mercado espanhol e português

	2º sem.07	1º sem.08	2º sem.08	1º sem.09	2º sem.09	1º sem.10	2º sem.10
Espanha	166,9%	123,8%	92,2%	136,8%	267,2%	649,0%	330,0%
Portugal	195,4%	148,1%	83,0%	122,3%	209,0%	663,2%	258,7%

(volatilidade anualizada)

Fonte: Elaboração própria

Para verificar a existência de uma grande volatilidade, em termos econométricos, procedeu-se de forma análoga ao caso espanhol, isto é, assegura-se a estacionaridade da

série através da diferenciação partindo depois para a modelação da série através de um modelo do tipo GARCH (1,1) para definir o comportamento dos erros e a média é explicada por AR (1), AR (2), AR (3), SAR (7), MA (2) e SMA (7) (Tabela 3-16).

Tabela 3-16: Qualidade da estimação do modelo GARCH (1,1)

Dependent Variable: D(PT_BASE)				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Date: 01/31/11 Time: 17:07				
Sample (adjusted): 12 1281				
Included observations: 1270 after adjustments				
Convergence achieved after 27 iterations				
MA Backcast: 3 11				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(7) + C(8)*RESID(-1)^2 + C(9)*GARCH(-1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.339975	0.025831	-13.16135	0.0000
AR(2)	0.287005	0.068367	4.198033	0.0000
AR(3)	-0.073349	0.035665	-2.056612	0.0397
SAR(7)	0.981104	0.003085	318.0749	0.0000
MA(2)	-0.584270	0.059838	-9.764222	0.0000
SMA(7)	-0.922595	0.007014	-131.5349	0.0000
Variance Equation				
C	0.113321	0.036667	3.090505	0.0020
RESID(-1)^2	0.192053	0.015621	12.29448	0.0000
GARCH(-1)	0.829006	0.012710	65.22660	0.0000
R-squared	0.310827	Mean dependent var		-0.004795
Adjusted R-squared	0.308101	S.D. dependent var		4.328075
S.E. of regression	3.600114	Akaike info criterion		4.972398
Sum squared resid	16382.48	Schwarz criterion		5.008872
Log likelihood	-3148.473	Hannan-Quinn criter.		4.986099
Durbin-Watson stat	1.914936			
Inverted AR Roots	1.00	.62+.78i	.62-.78i	.23-.19i
	.23+.19i	-.22+.97i	-.22-.97i	-.81
	-.90-.43i	-.90+.43i		
Inverted MA Roots	.99	.76	.62+.77i	.62-.77i
	-.22-.96i	-.22+.96i	-.76	-.89-.43i
	-.89+.43i			

Para explicar a forma como a média comporta-se recorre-se ao correlograma dos resíduos (Tabela 3-17). neste pode-se observar que a FAC e a FACP não apresentam valores fora das barras de significância, bem como no teste de Ljung-Box não é

rejeitada a hipótese nula ($38,503 > 0,05$), isto é, os resíduos não são estatisticamente significativos.

Tabela 3-17: Análise dos resíduos da série dos preços futuros *spot* [d(pt_base)]

Date: 01/31/11 Time: 17:11

Sample: 12 1281

Included observations: 1270

Q-statistic probabilities adjusted for 6 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.030	0.030	1.1167	
		2	-0.016	-0.017	1.4426	
		3	0.010	0.011	1.5697	
		4	0.032	0.032	2.9066	
		5	0.004	0.003	2.9278	
		6	0.030	0.031	4.0991	
		7	0.055	0.053	8.0385	0.005
		8	-0.045	-0.049	10.673	0.005
		9	-0.058	-0.054	14.947	0.002
		10	0.020	0.019	15.451	0.004
		11	0.022	0.017	16.072	0.007
		12	-0.048	-0.047	19.081	0.004
		13	-0.006	-0.002	19.127	0.008
		14	0.015	0.013	19.399	0.013
		15	-0.042	-0.036	21.662	0.010
		16	-0.011	-0.003	21.819	0.016
		17	0.047	0.039	24.626	0.010
		18	0.011	0.007	24.776	0.016
		19	-0.027	-0.016	25.726	0.018
		20	0.003	0.002	25.735	0.028
		21	-0.009	-0.018	25.847	0.040
		22	-0.043	-0.038	28.270	0.029
		23	-0.008	-0.007	28.356	0.041
		24	-0.035	-0.048	29.937	0.038
		25	0.011	0.018	30.083	0.051
		26	-0.025	-0.014	30.920	0.056
		27	0.013	0.011	31.128	0.072
		28	-0.019	-0.019	31.591	0.085
		29	-0.006	0.004	31.645	0.108
		30	0.003	0.002	31.655	0.136
		31	-0.017	-0.023	32.044	0.157
		32	0.037	0.040	33.826	0.139
		33	0.036	0.035	35.476	0.127
		34	-0.017	-0.024	35.833	0.147
		35	0.021	0.025	36.433	0.161
		36	0.040	0.034	38.503	0.137

O correlograma dos resíduos ao quadrado (Tabela 3-18) volta a mostrar resultados semelhantes aos obtidos no correlograma dos resíduos, isto é, tanto o teste de Ljung-Box como a FAC e FACP vêm provar que os resíduos ao quadrado tem um

comportamento do tipo ruído branco, em virtude do teste ter um valor superior a 0,05 e a FAC e a FACP estarem dentro das barras de significância, logo a heterocedasticidade está modela.

Tabela 3-18: Análise dos resíduos ao quadrado da série dos preços futuros *spot* [d
(pt_base)]

Date: 01/31/11 Time: 17:12

Sample: 12 1281

Included observations: 1270

Q-statistic probabilities adjusted for 6 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.035	0.035	1.5420	
		2	0.027	0.026	2.4493	
		3	-0.026	-0.028	3.3017	
		4	-0.012	-0.010	3.4721	
		5	-0.032	-0.030	4.7616	
		6	0.014	0.016	5.0096	
		7	0.064	0.064	10.265	0.001
		8	-0.018	-0.025	10.659	0.005
		9	-0.004	-0.006	10.679	0.014
		10	-0.015	-0.011	10.969	0.027
		11	-0.031	-0.029	12.176	0.032
		12	-0.021	-0.015	12.759	0.047
		13	-0.041	-0.042	14.913	0.037
		14	-0.032	-0.034	16.208	0.039
		15	-0.009	-0.004	16.309	0.061
		16	-0.020	-0.022	16.820	0.078
		17	0.011	0.012	16.989	0.108
		18	0.000	0.001	16.989	0.150
		19	-0.032	-0.034	18.277	0.147
		20	-0.024	-0.017	19.001	0.165
		21	0.011	0.015	19.153	0.207
		22	0.001	-0.002	19.153	0.261
		23	-0.040	-0.043	21.179	0.218
		24	-0.022	-0.028	21.804	0.241
		25	-0.009	-0.009	21.903	0.289
		26	0.021	0.023	22.453	0.316
		27	-0.016	-0.022	22.766	0.357
		28	0.004	-0.004	22.789	0.414
		29	0.008	0.008	22.881	0.468
		30	0.012	0.014	23.078	0.515
		31	-0.001	-0.001	23.079	0.573
		32	0.013	0.008	23.300	0.616
		33	-0.003	-0.010	23.315	0.668
		34	-0.020	-0.021	23.850	0.689
		35	-0.001	-0.003	23.851	0.736
		36	0.040	0.036	25.926	0.679

Com base no modelo obtido anteriormente é possível obter uma previsão da função de variância condicionada do GARCH (1,1), isto é, é possível realizar previsão da volatilidade dos preços *spot* de electricidade e do próprio preço *spot*. A título ilustrativo assume-se que se quer prever os preços *spot* no mercado português para dali a 20 dias. Tendo por base o *output* abaixo (Gráfico 3-13) verifica-se que a previsão da média é relativamente constante e que a variância apresenta uma tendencia crescente à medida que nos afastamos da ultima observação.

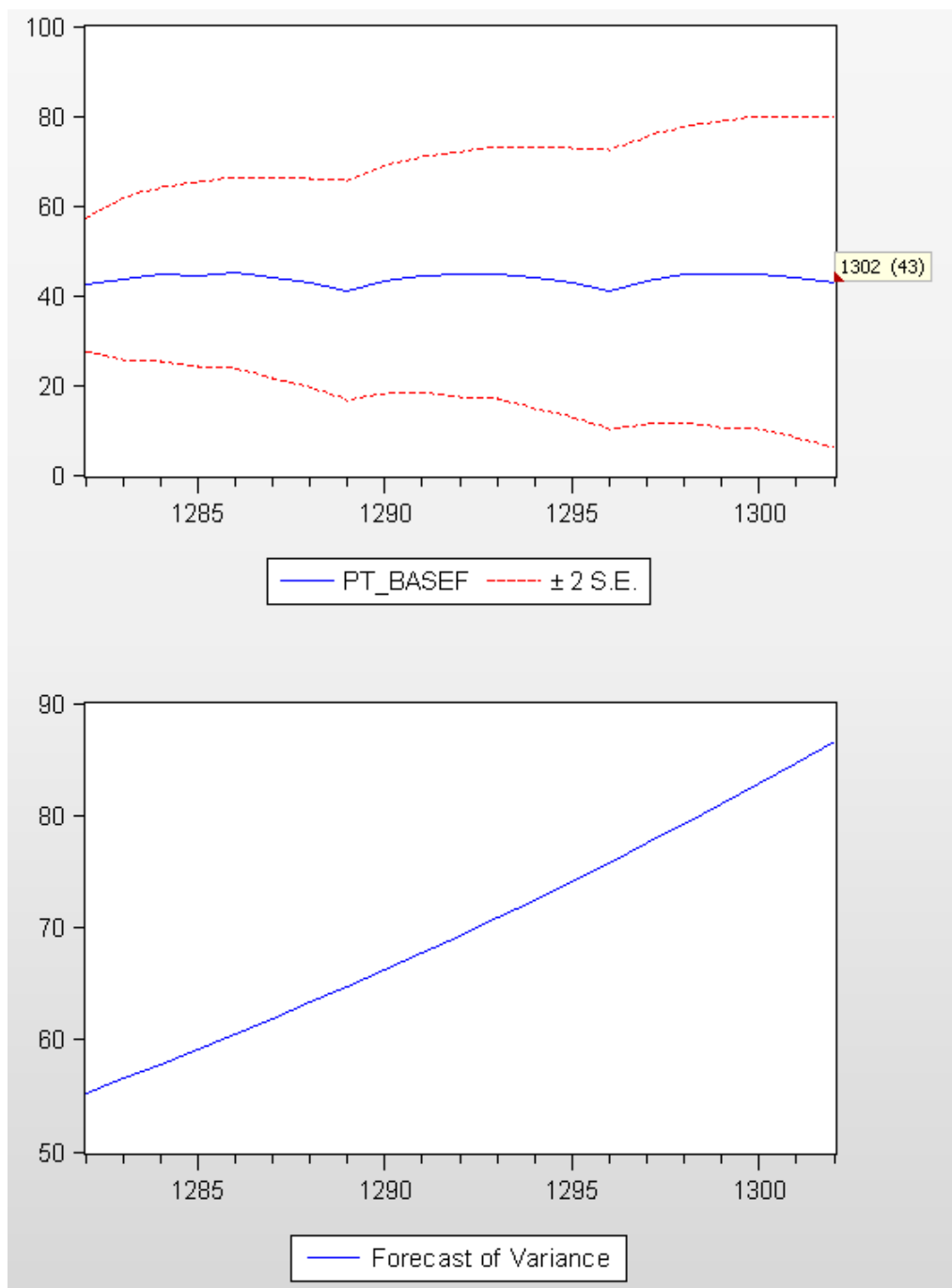


Gráfico 3-13: Previsão para 20 dias da média e respectivos *standart error* e variâncias no mercado português

Os resultados da previsão demonstram que o preço seria de 43€/MWh, um valor próximo da média e uma previsão da variância crescente.

Principais resultados

Apesar de os dois países se encontrarem sob a regulação da mesma entidade (MIBEL), estes não apresentam preços iguais, e que consequentemente se traduz em modelos diferentes para explicar a volatilidade existente em cada mercado.

Em ambos os mercados verifica-se a existência de sazonalidade de ordem 7, isto é, todos os domingos os preços da electricidade no mercado *spot* são inferiores no resto da semana. Isto acontece devido a uma menor procura por parte dos consumidores levando a que as empresas produtoras de electricidade prefiram vender a preços mais baixos do que a não vender porque não existe a possibilidade de armazenamento em termos economicamente viáveis e os custos de parar e recomeçar a produção seriam extremamente elevados. Também é possível verificar que existe uma elevada volatilidade no mercado *spot* nos dois países (aproximadamente 300% anuais), o que pode ser explicado pela rede limitada de transporte entre os dois países, ou pela quase inelasticidade da procura.

IV. Conclusões, limitações e sugestões para investigações futuras

1. Conclusões

O MIBEL como mercado organizado surgiu recentemente, em 2007, pelo que existe pouca informação sobre este. Neste mercado são transaccionados derivados sobre a electricidade tendo a nossa investigação recaído sobre os futuros de electricidade devido à maior disponibilidade de dados.

No estudo foi realizado um enquadramento do mercado em termos de mercado regulado e liberalizado, analisou-se as actividades mais expostas às flutuações dos preços de electricidade, onde se vê que as actividades de tratamento de águas residuais estão muito exposta à volatilidade dos preços da electricidade. Dissecou-se também a evolução do mercado em termos de produção e consumo, fazendo a comparação com a Europa. Ainda foi feita uma análise aos contratos de futuros com maturidades diárias, semanais e mensais numa perspectiva de compreender o modo como estes se comportam, bem como uma análise estatística dos mesmos.

Com o nosso estudo averiguamos que os preços dos futuros mensais não apresentam sazonalidade, tendo como especificidade o facto de o mercado de futuros mensais OTC ter um maior número de transacções do que o mercado organizado apresentando por este motivo uma maior liquidez. Isto vem contra a teoria financeira que afirma que os mercados organizados são mais líquidos que os mercados OTC “os mercados *forward* são muito menos líquidos que os futuros” (Ferreira, 2008), tal facto deve-se às relações já existentes entre os diferentes *players* antes da criação do mercado organizado, continuando a existir uma base de confiança entre estes.

Dado que a amostra dos preços dos futuros mensais é reduzida, decidimos analisar os preços dos futuros semanais, onde amostra é a maior (182 observações face a 42) e desta forma é possível tirar conclusões mais robustas. Os preços dos futuros semanais comportam-se segundo um modelo ARCH (1) significando desta forma que este tipo de contratos tem uma elevada volatilidade. Este produto financeiro tem como característica a não existência de sazonalidade em termos de preços.

Por sua vez, os preços do mercado *spot* apresentam sazonalidade de ordem 7 e uma volatilidade elevada que se comporta segundo um modelo GARCH (1,1), sendo possível obter uma amostra estatisticamente significativa (1.281 observações). Com base no modelo obtido anteriormente é possível obter uma previsão da função de variância condicionada do GARCH (1,1), isto é, da volatilidade estimada que permite realizar previsão dos preços *spot* de electricidade - análise que não encontramos nos estudos pesquisados. No entanto, em relação aos contratos mensais e semanais não é possível realizar previsão dos preços em virtude das amostras serem reduzidas.

O MIBEL apresenta como especificidade o *market splitting* em virtude de serem dois países diferentes a produzirem e a consumirem electricidade e de existir uma rede limitada de transporte entre Portugal e Espanha, tendo os períodos quando isso ocorre vindo a diminuir ao longo do tempo sendo que no 1º trimestre de 2010 era inferior a 10%.

Apesar de a rede de transporte neste mercado ter vindo a melhorar, a transmissão de electricidade entre países vizinhos como Marrocos e principalmente a União Europeia (nomeadamente com a França) é bastante limitada, o que não sucede na Europa Central em que existe uma maior interligação entre mercados.

Outro aspecto a ter em conta na evolução ao longo destes três anos e meio é o facto de inicialmente no MIBEL não serem admitidas à negociação empresas financeiras, com o receio de estas criarem demasiada especulação no mercado, mas com o decorrer do tempo foi “aberta a porta de entrada” a estas entidades e como consequência trouxe mais liquidez ao mercado.

2. Limitações

O mercado ibérico de electricidade ainda está em fase de desenvolvimento, apresentando especificidades próprias, assim como deste tipo de instrumentos, espera-se que o mercado consolide nos próximos anos, pois apresenta uma liquidez reduzida nos contratos com maturidades superiores.

Como consequência do reduzido número de observações nos contratos de futuros mensais e semanais não é possível realizar previsão a partir do modelo de volatilidade condicionada obtido, devendo para tal ter um número mínimo de 300 observações para fazer inferência estatística.

O facto de estar a utilizar a média aritmética dos preços dos vários contratos de futuros poderá enviesar os resultados obtidos em virtude de em muitos dos dias que contaram para a média, não terem sido realizadas quaisquer transacções.

3. Sugestões para investigações futuras

Como sugestões para investigações futuras propõe-se a realização de um estudo para os preços por hora e verificar a existência de sazonalidade nesse tipo de contrato. Poderá também ser objecto de estudo neste mercado o comportamento do prémio de risco dos vários contratos de futuros aceites à negociação no mercado organizado.

Em virtude das amostras dos preços dos futuros mensais e semanais serem reduzidas, poderá fazer-se uma análise do comportamento dos preços e previsão desses mesmos preços com uma amostra maior.

Seria interessante realizar-se um estudo dos preços destes derivados em termos de previsão utilizando desta vez o método do movimento *browniano* geométrico e comparar os resultados com o método utilizado neste estudo.

Bibliografia

- Abreu, M., Ferreira, C., Barata, L., e Escária, V. (2004), *Economia Monetária e Financeira*. Escolar Editora.
- Azevedo, F. (2002), *Apoio à Decisão para o Estabelecimento de Contratos no Mercado Competitivo da Electricidade*, Tese de mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- Azevedo, F. (2007), *Gestão do Risco em Mercados Competitivos de Electricidade: Previsão de Preços e Optimização do Portfólio de Contratos*. Tese de Doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Benth, F., Carlea, A., e Kiesel, R. (2008), Pricing forward contracts in power markets by the certainty equivalence principle: Explaining the sign of the market risk premium. *Journal of Banking & Finance*, 32: 2006–2021.
- Benth, F. e Benth, J. (2009), Dynamic pricing of wind futures. *Energy Economics*, 31: 16-24.
- Bessembinder, H., e Lemmon, M. (2002), Equilibrium pricing and optimal hedging in electricity forward markets. *The Journal of Finance*, 58(3): 1347-1382.
- Borges, J. (2008), *MIBEL and the Market Splitting*, 5th International Conference on the European Electricity Market.
- Bowden, N., Hu, S., e Payne, J. (2009), Day-ahead premiums on the Midwest ISO. *The Electricity Journal*, 22(2).
- Brander N., Reichman O. e Wobben M. (2010), Pricing electricity derivatives on an hourly basis. *Journal of Energy Markets Risk*, 3(2).
- Byström, H. (2003), The hedging performance of electricity futures on the Nordic power exchange. *Applied Economics*, 35(1): 1-11.
- Cao M., Li, A., e Wei J. (2004), *Weather derivatives: A new class of financial instruments*. University of Toronto, Ontario, Canada.
- Carlea, A., e Figueroa, M. (2005), Pricing in electricity markets: A mean reverting jump diffusion model with seasonality. *Applied Mathematical Finance* 12, 2004, 313-33.

- Cartea, A., e Villaplana, P. (2008), Spot price modeling and the valuation of electricity forward contracts: The role of demand and capacity, *Journal of Banking & Finance*, 32(12):2502-2519.
- Castro, R. (2009), *Energias Renováveis e Produção Descentralizada: Breve Caracterização do Sistema Eléctrico Nacional*. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, DEEC/Área científica de energia.
- Comissão de Mercado dos Valores Mobiliários (ND), *A Directiva dos Mercados de Instrumentos Financeiros (DMIF): Uma Leitura Guiada*. <http://www.caixabi.pt/banco/pdfs/DMIFumaleituraguiada.pdf>, último acesso 23 de Setembro de 2010.
- Comisión Nacional de Energia e Entidade Reguladora do Sector Eléctrico (2002), *Modelo de Organização do Mercado Ibérico de Electricidade*, <http://www.erse.pt/pt/electricidade/mibel/construcaoedesevolvimento/Documents/Modelo%20MIBEL.pdf>, último acesso 27 de Setembro de 2010.
- Conselho de Reguladores do MIBEL (2009), *Descrição do funcionamento do MIBEL*, http://www.erse.pt/pt/electricidade/mibel/conselhodereguladores/Documents/Estudo_MIBEL_PT.pdf, último acesso 22 de Setembro de 2010.
- Costa, A., e Lage, S. (2006), *MIBEL - Mercado a prazo: Caracterização e implicações fiscais*, <http://www.cmvm.pt/CMVM/Publicacoes/Cadernos/Documents/32d1f9ca47f04607b34f99ad40784051Artigo.pdf>, último acesso em 22 de Setembro de 2010.
- Deng, S., e Oren, S. (2005), *Electricity derivatives and risk management*, http://www.pserc.wisc.edu/ecow/get/publicatio/2005public/deng_electricity_derivative.pdf, último acesso 18 de Dezembro de 2009.
- ERSE (2009), *Relatório: Mercado liberalizado de electricidade, ponto de situação do 1º trimestre de 2009*.
- Esteves, P. (2009), *Futuros sobre Electricidade - Intervenção no âmbito da disciplina de Futuros Financeiros*.
- Eydeland, A. e Geman, H. (1999), Some fundamentals of electricity derivatives. *Energy Modelling and the Management of Uncertainty, Risk Books*, 35-43.
- Figlewski, S. (1983), Hedging performance and basis risk in stock index futures. *The Journal of Finance*, 39(3): 657-669.

- Fernandes, O. (2008), *Diversidade Regional e Dinâmicas Demográficas: Área Metropolitana de Lisboa 2001-2025*, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa.
- Ferreira, D. (2006), *Opções financeiras: Gestão do Risco, Especulação e Arbitragem*. Edições Sílabo.
- Ferreira, D. (2008), *Futuros e Outros Derivados: Ganhar (e não Perder) nas Bolsas e nos Mercados OTC – Evitar Rogue Traders*. Edições Sílabo.
- Frontier Economics (2008), *Improving incentives for investment in electricity transmission infrastructure*. A report prepared for the EC. Ultimo acesso em 20/02/2011.
- Furió, D., e Meneu, V. (2010), Expectations and forward risk premium in the Spanish deregulated power market. *Energy Policy*, 38: 784–793.
- Gonçalves, A. (2005), *Derivados sobre Energia Eléctrica*. Instituto Superior de Economia e Gestão - Universidade Técnica de Lisboa.
- Gusmão, J. (2007), *Dinâmica de Preços à Vista de Electricidade - Uma Análise Empírica*. Instituto Superior de Economia e Gestão - Universidade Técnica de Lisboa.
- Hadsell, L. e Shawky, H. (2007), One-day forward premiums and the impact of virtual bidding on the New York wholesale electricity market using hourly data. *Journal of Futures Markets*, 27(11): 1107-1125.
- Hull, J. (2009), *Options, Futures and other Derivatives*. 7th Edition, Pearson Education International.
- Janssen, M., e Wobben, M. (2009), Electricity pricing and market power-evidence from Germany. *European Transaction on Electrical Power*, 19:591–611.
- Johnson, L. (1960), The theory of hedging and speculation in commodity futures. *Review of Economic Studies*, 27(3): 139-151.
- Joo, J., Ahn, S., e Yoon, Y. (2009), Enhancing price responsiveness of end-use customers' loads: Dynamically administered critical peak pricing. *European Transactions on Electrical Power*, 19:113–126.
- Longstaff, F., e Wang, A. (2004), Electricity forward prices: A high-frequency empirical analysis. *The Journal of Finance*, 59(4).
- Lourenço, M. (2010), *O Sector da Electricidade em Portugal: O Papel da EDP Soluções Comerciais*. Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra.

- Lucia, J. e Schwartz, E. (2002), Electricity prices and power derivatives: Evidence for the Nordic power exchange. *Review of Derivatives Research*, 5: 5-50.
- Lucia, J., e Torró, H. (2008), *Short-term electricity futures prices: Evidence on the time-varying risk-premium*. Working Paper Series 8.
- Marckhoff, J. e Wimschulte, J. (2009), Locational prices spreads and the pricing of contacts for difference: Evidence from the market Nordic market. *Energy Economics*, 31: 257-268.
- Ministério da Economia e Inovação (2008), *Infraestruturas e acessibilidades – Electricidade: O sector eléctrico*. AICEP Portugal Global. <http://www.portugalglobal.pt/PT/InvestirPortugal/PorquePortugal/Documents/O%20sector%20electrico.pdf> , último acesso em 13 de Outubro de 2010.
- Möst, D. e Genoese, M. (2009), Market power in the German wholesale electricity market. *The Journal of Energy Markets*, 2(2): 47–74.
- Murteira, B., Muller, D., Turkman, K. (1993), *Análise de Sucessões Cronológicas*, McGraw-Hill, Lisboa.
- Newbery, D. (1998), Competition, contracts, and entry in the electricity spot market. *RAND Journal of Economics*, 29(4): 726-74.
- Oum, Y., Oren, S., e Deng, S. (2006), Hedging quantity risks with standard power options in a competitive wholesale electricity market. *Naval Research Logistics*, 53(7): 697-712.
- Peixoto, J. (1995), *Futuros e Opções*. McGrawHill.
- Peixoto, P. (2005), *O uso de modelos econométricos em empresas*. Universidade de São Paulo, Instituto de Matemática e Estatística.
- Pietz, M. (2009), *Risk Premia in the German Electricity Futures Market*. CEFS Working Paper Series 7.
- Pires, C. (2008), *Mercados e Investimentos Financeiros*, 2ª ed., Escolar Editora.
- Pirrong, C., e Jermakyan, M. (2008), The price of power: The valuation of power and weather derivatives. *Journal of Banking & Finance*, 32(12): 2520-2529.
- Rademaekers, K., Slingenberg, A. e Morsy, S., (2008), *Review and analysis of EU wholesale energy markets – Historical and current data analysis of EU wholesale electricity, gas and CO2 markets*. Final Report, Rotterdam.
- Redl, C., Haas, R., e Böhm, B. (2009), Price formation in electricity forward markets and the relevance of systematic forecast errors. *Energy Economics*, 31: 356–364.

- REN (2008), *Plano de Desenvolvimento e Investimento da Rede de Transporte 2009-2014* (2019) Consulta Pública.
- Santos, V. (2007), *Novos desafios da regulação dos mercados energéticos*. Aveiro, ERSE.
<http://www2.egi.ua.pt/cursos/files/RME/VsantosApresenta%C3%A7%C3%A3o%20Aveiro.pdf> , último acesso em 13 de Outubro de 2010.
- Shawky, H., Marathe, A., e Barrett, C. (2003), A first look at the empirical relation between spot and futures electricity prices in the United States. *The Journal of Futures Markets*, 23(10): 931–955.
- Silva, P., e Soares, M. (2004), *Special Topics on the Transformation of the Electricity Supply Industry: market rules and price volatility*. Proceedings of Economic Policies in the New Millennium, Coimbra.
- Suez-Tractebel (2009), *Study of the interactions and dependencies of balancing markets, intraday trade and automatically activated reserves*. Final Report.
- Tavares, A. (2009), *Impacto do Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL) no comportamento competitivo dos agentes produtores de energia eléctrica*, Tese de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- The Moffatt Associates Partnership (2008), Review and analysis of EU wholesale energy markets: Evaluation of factors impacting on current and future market liquidity and efficiency.
- Ullrich, C. (2007), *Constrained capacity and equilibrium forward premiums in electricity markets*. Working Paper, Pennsylvania State University.
- Viehmann, J. (2009), *Risk premiums in the German day-ahead electricity market*. EWI Working Paper 09.01.
- Wilkens, S., e Wimschulte, J. (2006), The pricing of electricity futures: Evidence from the european energy exchange. *The Journal of Futures Markets*, 27(4): 387–410.
- Wimschulte, J. (2010), The futures and forward price differential in the Nordic electricity market. *Energy policies*, 38.

Sítios da *Internet*:

CMVM www.cmvm.pt

INE www.ine.pt

ENTSOE www.entsoe.eu

EDP www.edp.pt

ERSE www.erse.pt

FIA www.futuresindustry.org

INE www.ine.pt

OMEL www.omel.es

OMIP www.omip.pt

Portal do Investidor www.portaldoinvestidor.gov.br

REE www.ree.es

REN www.ren.pt

Anexos:

Tabela 1: Artigo 289.º Código dos Valores Mobiliários

<p style="text-align: center;">Artigo 289.º Noção</p> <p>1. São actividades de intermediação financeira:</p> <ul style="list-style-type: none">a. Os serviços e actividades de investimento em instrumentos financeiros;b. Os serviços auxiliares dos serviços e actividades de investimento;c. A gestão de instituições de investimento colectivo e o exercício das funções de depositário dos valores mobiliários que integram o património dessas instituições. <p>2. Só os intermediários financeiros podem exercer, a título profissional, actividades de intermediação financeira;</p> <p>3. O disposto no número anterior não é aplicável:</p> <ul style="list-style-type: none">a. Aos membros do Sistema Europeu de Bancos Centrais, no exercício das suas funções, e ao Estado e outras entidades públicas no âmbito da gestão da dívida pública e das reservas do Estado; <p>...</p>
--

Tabela 2:Artigo 293º Código Valores Mobiliários

<p style="text-align: center;">Artigo 293.º Intermediários financeiros</p> <p>1. São intermediários financeiros em instrumentos financeiros:</p> <ul style="list-style-type: none">a. As instituições de crédito e as empresas de investimento que estejam autorizadas a exercer actividades de intermediação financeira em Portugal;b. As entidades gestoras de instituições de investimento colectivo autorizadas a exercer essa actividade em Portugal;c. As instituições com funções correspondentes às referidas nas alíneas anteriores que estejam autorizadas a exercer em Portugal qualquer actividade de intermediação financeira;d. As sociedades de investimento mobiliário e as sociedades de investimento imobiliário <p>2. São empresas de investimento em instrumentos financeiros:</p> <ul style="list-style-type: none">a. As sociedades corretoras;b. As sociedades financeiras de corretagem;c. As sociedades gestoras de patrimónios;d. As sociedades mediadoras dos mercados monetário e de câmbios;e. As sociedades de consultoria para investimento;f. As sociedades gestoras de sistemas de negociação multilateral;

Tabela 3: Artigo 10.º do Código dos Analistas Financeiros

Artigo 10.º
1. Quando recomendar um investimento ou quando realizar uma acção de investimento para um determinado cliente, o Analista Financeiro:
a) Deverá informá-lo adequadamente acerca dos contornos e risco implícito das operações;
b) Atender à capacidade financeira, perfil de risco e natureza do cliente.

Tabela 4: Entidades que operam no MIBEL (2010)

Instituições	OMIP	OMIClear		
	Membros negociadores	Membros compensadores	Membros de liquidação	
			Física	Financeira
Acciona Green Energy Developments	X			
Alpiq Swisstrade Ltd	X			
Banco Santander, S.A.	X	X		
BHF-Bank		X	X	
Caixa Geral de Depósitos		X	X	
Centrica Energia	X			
CIMD ²¹	X			
Citibank International PLC, Sucursal en España			X	
Citigroup Global Markets	X	X		
Deutsche Bank A.G.	X			
Deutsche Bank Portugal			X	
E.ON Comercializadora de Último Recurso	X			X
E.ON Distribución	X	X		X
E.ON Energy Trading	X	X		
E.ON Generación	X	X		X
EDF Trading	X			
EDP - Energias de Portugal	X			X
EDP - Serviço Universal	X			X
EGL				X
EGL España	X	X		X
Electrabel	X			X
Endesa Distribución Eléctrica	X			X
Endesa Energía XXI	X			X
Endesa Generación	X	X		X
Factor Energía	X			X
Galp Power	X			
Gás Natural SDG	X	X		X
Gás Natural SUR SDG	X			X
Gás Natural Electricidad				X
Goldman Sachs International	X	X		
Hidrocantábrico Distribución Eléctrica	X			X
HC Naturgas Comercializadora de Último Recurso	X			X
Hidroeléctrica del Cantábrico	X			X

²¹ Corretaje e Información Monetaria y de Divisas, Sociedad de Valores, S.A

(continuação da Tabela 4)

Instituições	OMIP	OMIClear		
	Membros negociadores	Membros compensadores	Membros de liquidação	
			Física	Financeira
Iberdrola Comercialización de Último Recurso	X			
Iberdrola Distribución Eléctrica	X			X
Iberdrola Generación	X	X		X
ICAP Energy, AS	X			
J. Aron & Co.				X
Morgan Stanley	X	X		
Morgan Stanley Bank, AG			X	
Nexus Energía, S.A.	X			
RBS Semptra Energy Europe	X			
Shell Energy Europe	X			
Total Gas & Power	X			
Unión Fenosa Distribución	X			X

Fonte: OMIP (2009)

Tabela 5: Ficha técnica de contratos futuros MIBEL SPEL base físicos

FICHA TÉCNICA

CONTRATOS DE FUTUROS MIBEL SPEL BASE FÍSICOS

ÍNDICE DE VERSÕES

DATA	OBSERVAÇÕES
30.Junho.2006	Versão Inicial
22.Setembro.2006	Alterada a definição do Último Dia de Negociação. Alterada a designação do documento para Ficha Técnica.
24.Dezembro.2007	Implementação do fracionamento (<i>Cascading</i>) de Posições detidas em Contratos Ano e Trimestre, respectivamente, em posições em Contratos Trimestre e Mês. Alteração, em consequência, do Último Dia de Negociação dos Contratos Ano e Trimestre. Alargamento, do período de negociação dos Contratos Ano, por antecipação do seu início
18.Novembro.2008	Comunicação à CMVM, no âmbito do registo do Mercado de Derivados do MIBEL, em 30 de Outubro de 2008, como Mercado Regulamentado nos termos da Directiva 2004/39/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de Abril de 2004 (DMIF)
1.Julho.2009	Alterada a designação para Contratos de Futuros MIBEL SPEL Base Físicos. Modificada a definição do Calendário de Negociação.

AVISO

O PRESENTE DOCUMENTO TEM CARÁCTER MERAMENTE INFORMATIVO. OS UTILIZADORES DO PRESENTE DOCUMENTO DEVEM ESTAR PLENAMENTE CONSCIENTES QUE ASSUMEM TOTAL RESPONSABILIDADE PELA UTILIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DISPONIBILIZADA.

O OMIP NÃO ASSUME QUALQUER RESPONSABILIDADE POR EVENTUAIS ERROS, INCORRECÇÕES OU OMISSÕES CONSTANTES NO PRESENTE DOCUMENTO NEM DAS EVENTUAIS CONSEQUÊNCIAS RESULTANTES DA SUA UTILIZAÇÃO. NO ENTANTO, DESENVOLVERÁ TODOS OS ESFORÇOS PARA ASSEGURAR A EXACTIDÃO E ACTUALIZAÇÃO PERMANENTE DA INFORMAÇÃO DISPONIBILIZADA

ESTE DOCUMENTO ENCONTRA-SE DISPONÍVEL EM WWW.OMIP.EU E WWW.OMICLEAR.EU

© Copyright/Direitos de Autor 2009

OMIP – Operador do Mercado Ibérico de Energia (Pólo Português), S.G.M.R., S.A.

FICHA TÉCNICA

Contratos de Futuros MIBEL SPEL Base Físicos

Activo	Cada contrato envolve o fornecimento/recepção de energia eléctrica a uma potência constante de 1 MW, durante todas as horas do período de entrega, sendo a energia valorizada, diariamente, com base no Preço de Referência <i>Spot</i> .
Subjacente	

A entrega é física no Mercado Diário gerido pelo OMEL.

Os contratos beneficiam de um livro de ordens comum com os contratos de futuros com entrega financeira e igual período de entrega.

Contratos em negociação	<ul style="list-style-type: none"> • Semanas: as 3 semanas seguintes. No primeiro dia de cada semana, é listado um novo contrato. • Meses: 3 a 5. A todo o momento, está aberto à negociação um grupo de contratos mensais desde o mês mais próximo em negociação, até ao último mês do trimestre mais próximo em negociação. Caso o último dia e/ou o penúltimo dia de um trimestre sejam Dias de Negociação, nesses dias apenas existirão 2 Contratos Mês abertos à negociação. • Trimestres: 4 a 7. No primeiro Dia de Negociação de cada ano de calendário, são abertos à negociação os 4 contratos trimestrais que cobrem o ano de calendário seguinte. Caso os dias 30 e/ou 31 de Dezembro sejam Dias de Negociação bem como no Dia de Negociação anterior ao dia 30 de Dezembro, apenas 3 Contratos Trimestre estarão negociáveis. • Anos: 1 a 2. O próximo ano e o seguinte de calendário. Caso os dias 30 e/ou 31 de Dezembro sejam Dias de Negociação, bem como nos dois Dias de Negociação anteriores ao dia 30 de Dezembro, apenas estará aberto à negociação um Contrato Ano.
--------------------------------	--

Nominal (calendário natural)	<p>1 MW x 24⁽¹⁾ horas x número de dias.⁽²⁾</p> <p>Por exemplo, o contrato de Novembro tem um Nominal de 1 MW x 24 x 30 = 720 MWh.</p> <p>⁽¹⁾ Com excepção dos dias de mudança da hora Inverno – Verão (23 horas) e Verão – Inverno (25 horas).</p> <p>⁽²⁾ Ver tabela anexa com Nominais dos contratos.</p>
Forma de cotação	€/MWh
Tick	0.01€/MWh
Valor do Tick	Dependente do Nominal do contrato. Como exemplo, no caso do contrato de Novembro o valor do tick é de 7,2 €.
Volume do Tick	1 MW
Horário de Negociação	Conforme definido pelo OMIP em Aviso.
Primeiro dia de Negociação (PDN)	<ul style="list-style-type: none"> Semanas: Ocorre na primeira Sessão de Negociação de cada semana que iniciou a entrega, ou seja, na primeira Sessão de Negociação da semana S (que iniciou a entrega) é aberto à negociação o contrato com entrega na semana S+3, e assim sucessivamente. Meses: Ocorre na primeira Sessão de Negociação do trimestre anterior ao trimestre que inclui o mês em causa. Trimestres: Ocorre na primeira Sessão de Negociação do ano anterior ao ano que inclui o trimestre em causa. Anos: Ocorre na primeira Sessão de Negociação do segundo ano anterior ao ano do período de entrega.
Último Dia de Negociação (UDN)	<ul style="list-style-type: none"> Semanas e Meses: Dia de negociação anterior à antevéspera do primeiro dia de entrega. Trimestres: Segundo dia de negociação anterior à antevéspera do primeiro dia de entrega.

	<ul style="list-style-type: none"> Anos: Terceiro dia de negociação anterior à antevéspera do primeiro dia de entrega.
Período de Negociação	Período compreendido entre o primeiro dia de negociação e o último dia de negociação, inclusive.
Processo de Fraccionamento de Posições ("Cascading")	<ul style="list-style-type: none"> Trimestres: No UDN, após o fecho da sessão de negociação as Posições são substituídas por novas posições nos Contratos de Futuros MIBEL SPEL Base Físicos Mês subjacentes, ao Preço de Referência de Negociação do UDN daquele Contrato Trimestre. Anos: No UDN, após o fecho da sessão de negociação as Posições são substituídas por novas posições nos Contratos de Futuros MIBEL SPEL Base Físicos Trimestre subjacentes, ao Preço de Referência de Negociação do UDN daquele Contrato Ano.
Primeiro Dia de Entrega	<ul style="list-style-type: none"> Semanas: a Segunda-feira da semana em entrega. Meses: o primeiro dia de calendário do mês em entrega. Trimestres: o primeiro dia de calendário do trimestre em entrega. Dado o processo de Fraccionamento dos Trimestres, a noção de Primeiro Dia de Entrega é meramente nocional. Anos: o primeiro dia de calendário do ano em entrega (1 de Janeiro). Dado o processo de Fraccionamento dos Anos, a noção de Primeiro Dia de Entrega é meramente nocional.
Último Dia de Entrega	<ul style="list-style-type: none"> Semanas: o Domingo da semana em entrega. Meses: o último dia de calendário do mês em entrega. Trimestres: o último dia de calendário do trimestre em entrega. Dado o processo de Fraccionamento dos Trimestres, a noção de Último Dia de Entrega é meramente nocional. Anos: o último dia de calendário do ano em entrega (31 de Dezembro). Dado o processo de Fraccionamento dos Anos,

a noção de Último Dia de Entrega é meramente notional.

Período de Entrega	Período compreendido entre as 00:00 do primeiro dia de entrega e as 24:00 do último dia de entrega, inclusive, aplicando-se a hora legal de Espanha. No caso dos Trimestres e Anos, dado o processo de Fraccionamento, a noção de período de entrega é meramente notional.
Liquidação no Vencimento	<p>No vencimento, serão liquidadas duas componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A energia correspondente é enviada para liquidação física no Mercado Diário gerido pelo OMEL. 2. Liquidação Financeira: <ol style="list-style-type: none"> a) Semanas e Meses: A diferença entre o Preço de Referência Spot e o Preço de Referência de Negociação do contrato de futuros no UDN, aplicável a cada uma das horas do período de entrega do contrato. b) Trimestres: O vencimento dos Contratos de Futuros MIBEL SPEL Base Físicos Trimestre processa-se mediante o fraccionamento em posições de idêntico volume nos três contratos Mês Físicos subjacentes, as quais serão plenamente fungíveis com as Posições já existentes nos respectivos contratos Mês. c) Anos: O vencimento dos Contratos de Futuros MIBEL SPEL Base Físicos Ano processa-se mediante o fraccionamento em posições de idêntico volume nos quatro Contratos Trimestre Físicos subjacentes, as quais serão plenamente fungíveis com as Posições já existentes nos respectivos contratos Trimestre.
Margem Inicial	Em função do portfólio de posições, conforme Circular. As posições são reorganizadas e homogeneizadas em períodos de entrega.

Preço de Referência de Negociação	<ul style="list-style-type: none"> Preço do último negócio, se este se situar dentro do melhor <i>spread bid-offer</i> de fecho. Se o preço do último negócio estiver fora do <i>spread</i> referido anteriormente, toma-se o bid ou o ask mais próximo do preço do último negócio Se não houver negócios na sessão, considera-se a média do preço bid e do preço ask de fecho. Se não houver negócios nem <i>spread bid-ask</i> de fecho da sessão, toma-se o ultimo Preço de Referência de Negociação. O OMIP pode definir um Preço de Referência de Negociação baseado em cotações de Membros Negociadores, quando considere que, com os critérios expressos anteriormente, o preço obtido não seja suficientemente representativo da situação de mercado. Os Preços de Referência de Negociação dos Contratos de Futuros MIBEL SPEL Base Físicos são iguais aos dos Contratos de Futuros MIBEL SPEL Base Financeiros.
Liquidação Diária de perdas e ganhos (Mark-to-Market)	Durante o período de negociação dos contratos, é efectuada uma liquidação diária de ganhos e perdas (<i>mark-to-market</i>), conforme metodologia e procedimentos definidos em Circulares da OMIClear.
Flutuação máxima de preços	Para cada contrato, o preço de cada transacção não pode exceder um afastamento máximo em percentagem (negativa ou positiva) relativa ao Preço de Referência de Negociação do dia anterior. A percentagem varia com o tipo de contrato e é definida em Aviso.
Preço de Referência Spot	Para cada dia de entrega, o Preço de Referência Spot é igual ao valor monetário do índice SPEL Base (1 € / ponto do índice), o qual é equivalente à média aritmética dos preços horários formados no Mercado Diário gerido pelo OMEL, para o sistema

espanhol.

**Calendário de
Negociação**

O calendário de negociação é publicado pelo OMIP, de acordo com o princípio de que as sessões de negociação decorrem todos os dias úteis da semana (segunda a sexta-feira), com exceção dos dias publicados em Aviso pelo OMIP.

Anexo – Nominal dos Contratos (MWh)

Contratos	Período de Entrega	Dias	Nominal (MWh)
Semanas	Semanas sem alteração horária	7	168
	Semana de Março com alteração horária	7	167
	Semana de Outubro com alteração horária	7	169
Meses	Fevereiro	28	672
	Fevereiro (ano bissexto)	29	696
	Abril, Junho, Setembro e Novembro	30	720
	Janeiro, Maio, Julho, Agosto e Dezembro	31	744
	Março	31	743
	Outubro	31	745
Trimestres	Q1 (1 de Janeiro a 31 de Março)	90	2159
	Q1 (1 de Janeiro a 31 Março), ano bissexto	91	2183
	Q2 (1 de Abril a 30 de Junho)	91	2184
	Q3 (1 de Julho a 30 de Setembro)	92	2208
	Q4 (1 de Outubro a 31 de Dezembro)	92	2209
Anos	Ano normal (365 dias)	365	8760
	Ano bissexto (366 dias)	366	8784

Tabela 6: Evolução do número de contratos mensais e volumes transaccionados em mercado organizado

Date	Nr. Contracts	Traded Vol. (MWh)	Traded Value (€)
01-07-2007	22	16.368	821.376
01-08-2007	20	14.880	555.024
01-09-2007	30	21.600	931.680
01-10-2007	30	22.350	841.850
01-11-2007	70	50.400	2.077.560
01-12-2007	131	97.464	4.209.165
01-01-2008	134	99.696	5.506.939
01-02-2008	197	137.112	9.344.287
01-03-2008	225	167.175	10.335.130
01-04-2008	100	72.000	4.209.120
01-05-2008	42	31.248	1.232.994
01-06-2008	220	158.400	10.205.640
01-07-2008	160	119.040	7.928.064
01-08-2008	290	215.760	13.923.960
01-09-2008	255	183.600	12.609.900
01-10-2008	95	70.775	5.031.730
01-11-2008	170	122.400	8.944.560
01-12-2008	173	128.712	8.686.795
01-01-2009	20	14.880	895.776
01-02-2009	55	36.960	1.823.976
01-03-2009	110	81.730	3.415.200
01-04-2009	0	0	0
01-05-2009	42	31.248	1.232.994
01-06-2009	152	109.440	4.314.960
01-07-2009	65	48.360	2.000.988
01-08-2009	445	331.080	12.131.552
01-09-2009	443	318.960	12.769.704
01-10-2009	77	57.365	2.233.883
01-11-2009	153	110.160	4.165.020
01-12-2009	373	277.512	10.269.581
01-01-2010	137	101.928	3.761.850
01-02-2010	225	151.200	5.412.288
01-03-2010	429	318.747	10.441.119
01-04-2010	152	109.440	3.155.904
01-05-2010	598	444.912	14.703.754
01-06-2010	800	576.000	23.223.708
01-07-2010	0	0	0
01-08-2010	275	204.600	8.871.456
01-09-2010	510	367.200	16.525.368
01-10-2010	404	300.980	13.749.274
01-11-2010	696	501.120	22.959.144
01-12-2010	1.092	812.448	36.156.465
Total	9.617	7.035.250	321.609.738

Tabela 7: Evolução do número de contratos mensais e volumes transaccionados em
OTC

Date	Traded Vol. (NC)	Traded Vol. (MWh)
01-12-2010	1.430	1.063.920
01-11-2010	696	501.120
01-10-2010	70	52.150
01-09-2010	572	411.840
01-08-2010	650	483.600
01-07-2010	580	431.520
01-06-2010	529	380.880
01-05-2010	185	137.640
01-04-2010	200	144.000
01-03-2010	1.534	1.139.762
01-02-2010	1.234	829.248
01-01-2010	4	2.976
01-12-2009	305	226.920
01-11-2009	70	50.400
01-10-2009	45	33.525
01-09-2009	230	165.600
01-08-2009	130	96.720
01-07-2009	30	22.320
01-06-2009	115	82.800
01-05-2009	30	22.320
01-04-2009	87	62.640
01-03-2009	332	246.676
01-02-2009	265	178.080
01-01-2009	125	93.000
01-12-2008	410	305.040
01-11-2008	90	64.800
01-10-2008	40	29.800
01-09-2008	180	129.600
01-08-2008	120	89.280
01-07-2008	90	66.960
01-06-2008	80	57.600
01-05-2008	10	7.440
01-04-2008	0	0
01-03-2008	50	37.150
01-02-2008	40	27.840
01-01-2008	20	14.880
01-12-2007	50	37.200
01-11-2007	0	0
01-10-2007	0	0
01-09-2007	0	0
01-08-2007	24	17.856
01-07-2007	41	30.504
Total	10.693	7.775.607

Tabela 8: Evolução do número de contratos semanais e volumes transaccionados

Date	Nr. Contracts	Traded Vol.(MWh)	Traded value (€)
W28 07	0	0	0
W29 07	0	0	0
W30 07	0	0	0
W31 07	0	0	0
W32 07	0	0	0
W33 07	0	0	0
W34 07	0	0	0
W35 07	0	0	0
W36 07	5	840	32.970
W37 07	0	0	0
W38 07	0	0	0
W39 07	0	0	0
W40 07	2	336	11.962
W41 07	0	0	0
W42 07	0	0	0
W43 07	0	0	0
W44 07	0	0	0
W45 07	0	0	0
W46 07	0	0	0
W47 07	10	1.680	82.740
W48 07	0	0	0
W49 07	0	0	0
W50 07	0	0	0
W51 07	0	0	0
W52 07	0	0	0
W01 08	0	0	0
W02 08	0	0	0
W03 08	0	0	0
W04 08	0	0	0
W05 08	0	0	0
W06 08	0	0	0
W07 08	0	0	0
W08 08	0	0	0
W09 08	0	0	0
W10 08	0	0	0
W11 08	0	0	0
W12 08	0	0	0
W13 08	0	0	0
W14 08	0	0	0
W15 08	0	0	0
W16 08	0	0	0
W17 08	0	0	0
W18 08	0	0	0
W19 08	0	0	0
W20 08	0	0	0
W21 08	0	0	0
W22 08	0	0	0
W23 08	0	0	0
W24 08	0	0	0
W25 08	0	0	0
W26 08	0	0	0
W27 08	0	0	0
W28 08	0	0	0
W29 08	0	0	0
W30 08	0	0	0
W31 08	0	0	0
W32 08	0	0	0
W33 08	0	0	0
W34 08	0	0	0
W35 08	0	0	0
W36 08	0	0	0

Date	Nr. Contracts	Traded Vol.(MWh)	Traded value (€)
W37 08	0	0	0
W38 08	0	0	0
W39 08	0	0	0
W40 08	0	0	0
W41 08	0	0	0
W42 08	0	0	0
W43 08	0	0	0
W44 08	0	0	0
W45 08	0	0	0
W46 08	0	0	0
W47 08	20	3.360	228.480
W48 08	10	1.680	113.400
W49 08	0	0	0
W50 08	10	1.680	102.144
W51 08	0	0	0
W52 08	0	0	0
W01 09	0	0	0
W02 09	0	0	0
W03 09	0	0	0
W04 09	0	0	0
W05 09	0	0	0
W06 09	0	0	0
W07 09	0	0	0
W08 09	0	0	0
W09 09	0	0	0
W10 09	0	0	0
W11 09	0	0	0
W12 09	10	1.680	62.580
W13 09	0	0	0
W14 09	0	0	0
W15 09	0	0	0
W16 09	0	0	0
W17 09	0	0	0
W18 09	0	0	0
W19 09	0	0	0
W20 09	0	0	0
W21 09	0	0	0
W22 09	0	0	0
W23 09	0	0	0
W24 09	0	0	0
W25 09	0	0	0
W26 09	0	0	0
W27 09	0	0	0
W28 09	0	0	0
W29 09	0	0	0
W30 09	0	0	0
W31 09	0	0	0
W32 09	0	0	0
W33 09	0	0	0
W34 09	0	0	0
W35 09	0	0	0
W36 09	0	0	0
W37 09	0	0	0
W38 09	5	840	30.996
W39 09	0	0	0
W40 09	0	0	0
W41 09	0	0	0
W42 09	0	0	0
W43 09	0	0	0
W44 09	0	0	0
W45 09	20	3.360	122.640

Date	Nr. Contracts	Traded Vol.(MWh)	Traded value (€)
W46 09	0	0	0
W47 09	0	0	0
W48 09	0	0	0
W49 09	0	0	0
W50 09	0	0	0
W51 09	0	0	0
W52 09	0	0	0
W53 09	0	0	0
W01 10	4	672	18.144
W02 10	7	1.176	41.807
W03 10	7	1.176	42.630
W04 10	7	1.176	42.630
W05 10	0	0	0
W06 10	0	0	0
W07 10	10	1.680	55.020
W08 10	10	1.680	55.020
W09 10	0	0	0
W10 10	0	0	0
W11 10	0	0	0
W12 10	0	0	0
W13 10	0	0	0
W14 10	0	0	0
W15 10	0	0	0
W16 10	0	0	0
W17 10	0	0	0
W18 10	0	0	0
W19 10	0	0	0
W20 10	0	0	0
W21 10	0	0	0
W22 10	0	0	0
W23 10	10	1.680	75.600
W24 10	0	0	0
W25 10	0	0	0
W26 10	0	0	0
W27 10	0	0	0
W28 10	25	4.200	180.600
W29 10	0	0	0
W30 10	0	0	0
W31 10	0	0	0
W32 10	0	0	0
W33 10	0	0	0
W34 10	0	0	0
W35 10	0	0	0
W36 10	0	0	0
W37 10	10	1.680	75.600
W38 10	0	0	0
W39 10	0	0	0
W40 10	0	0	0
W41 10	0	0	0
W42 10	0	0	0
W43 10	0	0	0
W44 10	0	0	0
W45 10	0	0	0
W46 10	20	3.360	141.120
W47 10	40	6.720	287.616
W48 10	0	0	0
W49 10	25	4.200	197.400
W50 10	0	0	0
W51 10	100	16.800	835.800
W52 10	45	7.560	323.820
Total	247	41.496	1.913.428